ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1961.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE-GEORGES BARRILLON.

M. le **Président** informe l'Académie qu'à l'occasion de la fête de l'Assomption, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 16 août au lieu du lundi 14.

CORRESPONDANCE.

L'Académie est informée de la création, à Varsovie, d'un **Centre de documentation française scientifique et technique**, ayant pour objet de contribuer à une meilleure connaissance des progrès de la science et de la technique françaises et, réciproquement, de faire mieux connaître en France les réalisations des chercheurs et des techniciens polonais.

L'Académie est invitée à se faire représenter à la 49e session de l'**Indian science Congress**, qui se tiendra à Cuttack, du 3 au 9 janvier 1962.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la Chaire d'Anatomie comparée vacante au Muséum national d'histoire naturelle.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

OUVRAGES PRÉSENTÉS OU REÇUS.

Les Ouvrages suivants sont adressés en hommage à l'Académie :

— par M. **Hilbrand Boschma**, une série de tirages à part de ses travaux consacrés en majeure partie aux Rhizocéphales et aux Coraux de divers groupes;

— par M. **Erich Tschermak-Seysenegg**, une brochure intitulée : 60 *Jahre Mendelismus. Geschichte der Wiederentdeckung der Mendel'schen Vererbungsgesetze und ihre ersten Anwendungen auf Pflanze, Tier und Mensch.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Saint-Gobain. *Une expérience de sélection automatique de documentation.*

2° Academia Republicii populare Romîne. *C. I. Parhon. Opere alese.* Vol. IV. *Hipofiză, epifiză, suprarenale, pancreas, ovar și testicul.*

3° G. A. Radulescu. *Proprietățile titeiurilor Romînești* (*Propriétés des pétroles roumains*).

4° Ion Atanasiu. *Cutremurele de pămînt din Romîna* (*Tremblements de terre de Roumanie*). *Concluzii, sistematizări și unele completàri de* Emilia Saulea.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Étude expérimentale des insertions de cheminées d'équilibre dites « Montage Pitot inversé ».* Note de MM. **Léopold Escande, Jacques Dat** et **Henri Saby**.

Dans une précédente Note, l'un de nous [1] a proposé un nouveau type d'insertion de cheminées d'équilibre qui permet d'augmenter l'influence favorable de l'énergie cinétique au droit de la cheminée sur la stabilité de l'installation.

Ainsi la condition de Thomas s'écrit, dans ce cas,

$$F_{th} = \frac{W_0^2}{2g} \frac{Lf}{H_0\left[P_0 + (1+K)\dfrac{W^2}{2g}\right]}, \qquad \text{avec} \quad 0 < K < 1.$$

Pour des installations de basses chutes caractérisées par une galerie d'amenée relativement courte, le terme $W^2/2g$ peut être de l'ordre de grandeur de P_0 — l'introduction du coefficient K peut donc réduire la section de la cheminée de façon appréciable.

Nous avons utilisé une insertion de section carrée construite en Plexiglas. Une pile également en Plexiglas et profilée vers l'amont comporte le long de son axe une partie creuse faisant communiquer la cheminée avec la galerie d'amenée. La partie évidée de la pile s'ouvre vers l'aval à la manière d'un tube de Pitot inversé (*fig.* 1).

Nous avons procédé pour déterminer K de deux façons différentes :

— par mesure en régime permanent sur un modèle réduit de cheminée d'équilibre;

— par un procédé déjà utilisé par M. Gardel [2] pour l'étude du comportement des insertions ordinaires en régime transitoire.

Soit, en grandeurs relatives,

— q_β le débit pénétrant dans la cheminée ($q_\beta > 0$);

— h_γ, h_β, $h_{\gamma\beta}$ les pertes de charge le long de l'écoulement direct, dévié pour $q_\beta > 0$ et dévié pour $q_\beta < 0$.

La valeur de h_β pour $q_\beta = 0$ permet de déterminer K.

Les deux méthodes ont donné une même valeur de K, à savoir $K = 0{,}24$, d'où un gain appréciable et très favorable pour la stabilité.

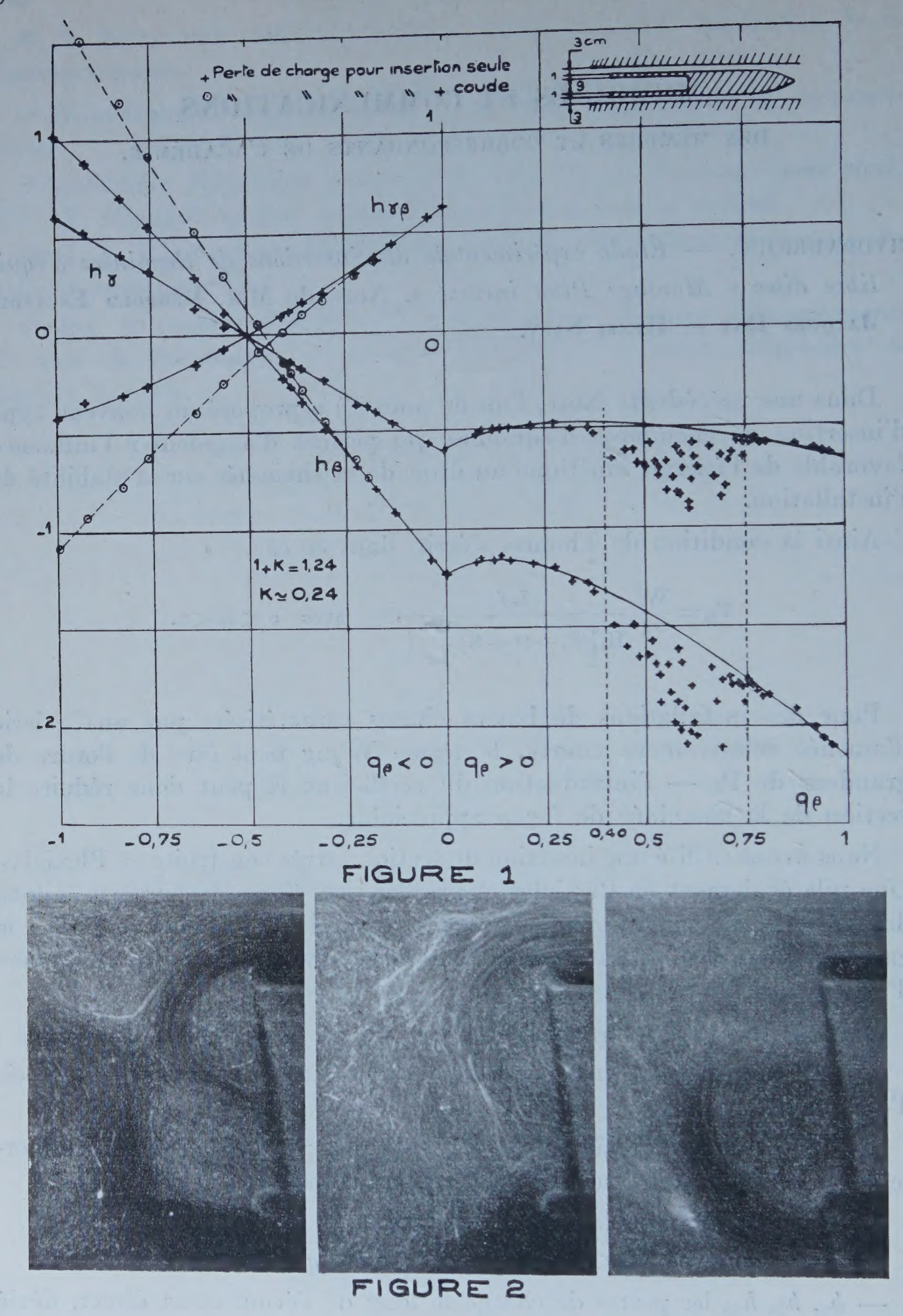


FIGURE 1

FIGURE 2

Par contre, le tracé des courbes $h_\psi = f(q_\beta)$ (*fig.* 1) (ψ étant, soit β, soit γ, soit $\gamma\beta$) met en évidence un phénomène très gênant pour l'utilisation d'une pile centrale; en effet, comme le montre la figure 2 pour $0{,}4 < q_\beta < 0{,}75$,

d'une part les pertes de charge augmentent considérablement, d'autre part des vibrations brutales prennent naissance dans les plaques latérales de la pile.

Nous avons filmé l'écoulement au droit de l'insertion dont les dimensions sont indiquées sur la figure 1, en vue d'observer la façon dont la cheminée est alimentée au cours des manœuvres de fermeture :

— pour $0 < q_\beta < 0,25$ les deux veines passant de part et d'autre de la pile se rejoignent loin vers l'aval, l'écoulement et l'alimentation de la cheminée sont très réguliers;

— pour $0,25 < q_\beta < 0,40$, de légères oscillations commencent à apparaître, les tourbillons alternés prenant naissance à l'aval des plaques latérales se rapprochent de celles-ci mais ne perturbent guère l'écoulement;

— pour $0,4 < q_\beta < 0,75$, des tourbillons alternés prennent naissance à l'aval immédiat des plaques latérales, la cheminée est alimentée tour à tour par une veine latérale puis par l'autre, les tourbillons alternés obstruant l'entrée de la cheminée tantôt d'un côté tantôt de l'autre (la figure 2 montre trois aspects différents de l'écoulement pour $q_\beta = 0,59$). De fortes vibrations prennent alors naissance dans les plaques latérales, les pertes de charge augmentent et les points expérimentaux sont très dispersés.

— pour $0,75 < q_\beta < 1$, les tourbillons alternés sont brusquement rejetés vers l'aval. La cheminée se trouve alimentée de façon symétrique par les deux veines latérales et les vibrations disparaissent.

Ce phénomène a été observé pour différentes dimensions de la pile, la bande critique se déplaçant tantôt vers $q_\beta = 1$, tantôt vers $q_\beta = 0$.

(1) L. Escande, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 2336; *Nouveaux compléments d'Hydraulique* (3e partie).

(2) Gardel, *Chambres d'équilibre*, Édition Rouge, Lausanne.

ENDOCRINOLOGIE. — *Présence dans un extrait d'hypothalamus d'une substance qui stimule la sécrétion de l'hormone antéhypophysaire de lutéinisation* (LH). Note (*) de MM. **Robert Courrier, Roger Guillemin, Marian Jutisz, Edvart Sakiz** et **Pierre Ascheim.**

Des extraits chlorhydriques d'hypothalamus frais (rat, mouton), ou de poudre acétonique d'hypothalamus (mouton) stimulent la décharge de l'hormone de lutéinisation LH (méthode de la déplétion d'acide ascorbique ovarien, déclenchement de l'ovulation et lutéinisation chez le Rat en œstrus permanent). L'extrait est actif sous anesthésie profonde au nembutal, il perd toute activité chez l'hypophysectomisé, alors que LH est active en ces circonstances. Des extraits identiques du cortex cérébral, du cervelet (mouton), ne stimulent pas la sécrétion de LH; de même, sont inactives : α-MSH, β-MSH, lys-vasopressine, ocytocine, acétylcholine, histamine, sérotonine, bradykinine, substance P, adrénaline et nor-adrénaline.

De nombreuses observations [1], [2] permettent de concevoir que le contrôle exercé par le diencéphale sur la sécrétion antéhypophysaire de l'hormone de lutéinisation (LH) est neuro-humoral dans son mécanisme terminal. Une substance d'origine diencéphalique, de nature inconnue, commanderait la décharge de LH responsable de l'ovulation chez les espèces à fonctionnement ovarien cyclique et chez celles à ovulation provoquée. A la suite des travaux de l'un de nous qui ont permis de mettre en évidence dans l'hypothalamus, puis de purifier, une substance (CRF) qui possède les caractéristiques exigées du médiateur hypothalamique contrôlant la sécrétion de l'hormone adrénocorticotrope (ACTH), nous avons étudié la possibilité de démontrer la présence dans un extrait de l'hypothalamus d'une substance qui déclencherait la décharge de l'hormone de lutéinisation LH. Par analogie avec le symbole CRF (corticotropin releasing factor), nous parlerons de LRF (LH-releasing factor), terminologie déjà proposée par McCann [3]. C'est une activité LH-hypophysiotrope.

Plusieurs méthodes ont été utilisées ici pour mettre en évidence la décharge endogène de LH : ponte ovulaire et formation de corps jaunes chez l'animal en œstrus permanent, ou déplétion de l'acide ascorbique de l'ovaire lutéinisé [4]. Nous rapporterons dans une autre Note nos travaux sur la validité de cette dernière méthode comme test biologique de l'hormone LH, utilisant le rat Wistar d'élevage français. D'importantes différences existent entre le comportement des animaux d'origine Sprague-Dawley ou Holtzman [4] et de ceux utilisés ici.

Matériels et méthodes. — 1. *Animaux.* — Les animaux utilisés sont des rats femelles, souche Wistar, élevage Duterme (Condé-sur-Huisne, Orne). Ils pèsent 40-50 g à l'arrivée au laboratoire et sont maintenus dans une pièce à éclairage et température contrôlés. Ils sont nourris aux biscuits du C.N.R.Z. (Jouy-en-Josas) *ad libitum* et boivent de l'eau et du lait. 221 animaux ont été utilisés dans les expériences décrites ici.

2. *Dosage biologique de l'activité* LH. — Les animaux reçoivent une injection sous-cutanée de 75 u. i. de gonadotropine sérique de jument gravide (PMSG) [5] à l'arrivée au laboratoire et 60 h plus tard, une injection sous-cutanée de 30 u. i. de gonadotropine chorionique humaine (HCG) [5]. 9 ou 10 jours après l'injection de PMSG, ils sont utilisés pour le bio-étalonnage où l'on mesure le contenu des ovaires lutéinisés en acide ascorbique [4].

3. *Mise en évidence de l'activité* LRF. — *a.* Les extraits hypothalamiques et les diverses substances étudiées sont injectées dans la veine jugulaire ou dans la cavité péritonéale des animaux prétraités avec PMSG+HCG. Dans chaque expérience où l'on étudie l'activité LRF d'extraits ou de substances pures, une ou plusieurs doses de LH (N. I. H.-LH-S_1) [6] sont toujours injectées à des témoins pour vérifier la réponse des animaux au bio-étalonnage.

b. 12 animaux reçoivent le prétraitement PMSG+HCG et en plus trois injections sous-cutanées de 10 u. i. de prolactine (N. I. H.-P.-S_3) un, trois et cinq jours après HCG. 12 h après la dernière injection de prolactine [7], ils sont hypophysectomisés par la voie classique parapharyngée. Une heure après l'hypophysectomie, un groupe reçoit une dose de LH dans la veine jugulaire, et l'autre 2 ml d'extraits hypothalamiques (*cf.* 4 *b*) dans la cavité péritonéale; ils sont utilisés comme les animaux normaux (*cf.* 3 *a*) pour l'étalonnage de l'activité LH.

c. Sept animaux préparés avec PMSG + HCG pour le dosage de l'activité LH, sont anesthésiés au nembutal (4 mg par 100 g de poids en injection intrapéritonéale). 25 mn plus tard, quand ils sont profondément anesthésiés, on injecte à quatre animaux l'extrait hypothalamique dans la veine jugulaire et aux trois autres LH (2 μg). Mesure de l'activité LH comme plus haut (3 *a*).

d. Deux groupes de huit et six animaux, mis en œstrus permanent par une seule injection de 1,5 mg de testostérone au cours des quatre premiers jours de la vie [8], reçoivent respectivement dans la veine jugulaire : LH (2 μg) et extrait hypothalamique (0,5 ml d'un extrait HCl de la poudre acétonique correspondant à un fragment et demi d'hypothalamus de mouton). 48 h après l'injection, on prélève un ovaire avec la trompe pour observer la présence ou l'absence d'œufs tubaires et 72 h après l'injection, les animaux sont sacrifiés pour vérifier la présence ou l'absence de corps jaunes.

4. *Extraits hypothalamiques et du cortex.* — *a. Hypothalamus de rat.* — Les fragments de cerveau de rats mâles (250-350 g, poids corporel) sont prélevés après anesthésie mortelle à l'éther sur la glace carbonique et conservés à —20°C jusqu'à leur utilisation. Ils sont alors broyés dans un mortier en porcelaine avec de la poudre de verre et extraits par 0,5 ml de HCl 0,1 N/NaCl 0,9 % par fragment, à la température ambiante. L'extrait brut est alors centrifugé à 6 000 t/mn pendant 30 mn. Le volume du

surnageant (pH 3,7) est ajusté avec HCl 0,1 N/NaCl 0,9 % de façon à injecter 1 ml par rat, équivalent à deux fragments d'hypothalamus.

b. Hypothalamus de mouton. — Les fragments de cerveau de mouton adulte découpés exactement comme dans [9] sont obtenus moins de 10 mn après l'abattage par section des carotides. Ils sont prélevés sur carboglace et conservés à —20°C jusqu'à leur utilisation. Trente fragments (34 g, poids frais) sont broyés comme ci-dessus en présence de 25 ml de HCl 0,1 N/NaCl 0,9 % à température ambiante. L'extrait est alors centrifugé à 6 000 t/mn pendant 30 mn; on obtient 31 ml d'un extrait brut (LL 11) (pH 4) dont 1 ml correspond à environ un fragment d'hypothalamus.

c. Poudre acétonique. — Cent fragments d'hypothalamus (118 g, poids frais) sont broyés dans un broyeur Vir-Tis en présence de 200 ml d'acétone anhydre. Le broyat est complété à 5 l avec de l'acétone et agité pendant 2 h à la température ambiante. On filtre sur büchner et reprend par 5 l d'acétone fraîche. On agite de nouveau pendant 2 h, filtre sur büchner, lave le gâteau par l'éther anhydre exempt de peroxydes et sèche sur papier filtre; on obtient 18 g de poudre. 5,4 g de poudre acétonique (correspondant à 30 fragments d'hypothalamus) sont macérés dans un mortier pendant 30 mn avec de la poudre de verre en présence de 22 ml, soit de HCl 0,05 N, soit de HCl 0,05 N/NaCl 0,9 %. L'extrait est centrifugé pendant 30 mn à 6 000-7 000 t/mn, à la température ambiante. On obtient 9 à 11 ml d'un extrait brut (LL 13, LL 18) (pH 5) dont 0,5 ml correspond à environ 1,5 fragment d'hypothalamus. Dans le cas d'un extrait par HCl 0,05 N, on ajoute avant le dosage biologique du NaCl solide, q. s. p. 0,9 % (LL 14).

d. Extrait du cortex cérébral et du cervelet. — Pour contrôles, on fait l'extraction de fragments provenant, soit de deux cerveaux (lobes temporal, frontal, occipital), soit de trois cervelets de mouton. Les extraits (LL 12, LL 16) sont préparés à partir des tissus frais (pas de poudre acétonique) par HCl 0,1 N/NaCl 0,9 %, dans les mêmes conditions que celles utilisées pour les fragments hypothalamiques.

5. *Substances pures ou hautement purifiées.* — Les substances suivantes ont été injectées dans la veine jugulaire pour en étudier l'activité LRF possible : lysine-vasopressine [10], 5, 15, 30, 100, 500, 1000 milliunités; ocytocine [11], 1 u.; α-MSH [10], 100 μg; β-MSH [10], 100 μg; adrénaline, 2 μg; nor-adrénaline, 2 μg; acétylcholine, 0,02 μg; histamine, 300 μg; 5-hydroxytryptamine (créatinine sulfate), 25 μg; bradykinine [11], 0,02 μg; substance P [12], 10 u.

6. *Analyses statistiques des résultats.* — Nous rapporterons dans une autre Note une étude détaillée de nos conclusions sur l'évaluation mathématique des résultats bruts obtenus dans le test de l'acide ascorbique ovarien. Disons seulement que les variations des contenus d'acide ascorbique ovarien dans les différents groupes ont été étudiées sur des valeurs ajustées par covariance entre acide ascorbique total et poids ovarien.

TABLEAU I.

Réponse à trois doses de LH *dans le test de l'acide ascorbique ovarien.*

Traitement (μg).	Nombre d'animaux.	A. A. O. [1] (μg).
LH 0,5	5	72,37 ± 5,50
LH 1,0	5	52,47 ± 5,89
LH 2,0	5	29,87 ± 5,27

Analyse de variance et étude de la courbe de régression.

Source de variation.	D. L.	Carré moyen.	F.
Variation entre groupes	2	2 260,40	25,58
–Variation due à la régression	1	4 514,77	51,09 **
–Déviation depuis la régression	1	6,04	1
Erreur	12	88,37	-

$F_{0,05} = 4,75$ $F_{0,01} = 9,33$

[1]) A. A. O. : Acide ascorbique ovarien total, ajusté par covariance au poids de l'ovaire.

TABLEAU II.

Déplétion de l'acide ascorbique ovarien sous l'action de l'hormone lutéinisante LH.

N° de [pr]otocole [e]xpéri[m]ental.	Traitement (μg).	Nombre d'animaux.	A. A. O. [1] avant traitement.	A. A. O. [1] après traitement.	Différence.	S_d. Erreur standard de la différence.	$t = \frac{m_1 - m_2}{S_d}$.	Signification.	Déplétion A.A.O. (%).
861	LH 2	5	39,98	25,14	−14,84	4,02	3,69	0,01	37,1
862 *a*	2	3	70,53	37,47	−33,06	10,15	3,26	0,05	46,9
871	2,5	5	78,92	36,58	−42,34	4,07	10,39	0,001	53,6
877	1	5	67,48	42,78	−24,70	3,75	6,58	0,001	36,6
877	2	5	68,34	27,12	−41,22	4,02	10,25	0,001	60,3
877	2	5	84,42	35,12	−49,30	6,59	7,48	0,001	58,4
878	2	5	21,10	7,42	−13,68	3,74	3,66	0,01	64,8
879	2	4	83,71	34,34	−49,37	15,35	3,22	0,05	59,0
881 *a*	2	5	76,42	17,38	−59,04	6,27	9,42	0,001	77,2

[1]) A. A. O. : Acide ascorbique ovarien total (en μg), ajusté par covariance au poids de l'ovaire.

TABLEAU III.

Déplétion de l'acide ascorbique ovarien après LH *et extrait hypothalamique chez l'hypophysectomisé.*

N° [d]e [prot]ocole [ex]péri[me]ntal.	Traitement.	Nombre d'animaux.	A. A. O. [1] avant traitement.	A. A. O. [1] après. traitement.	Différence.	S_d. Erreur standard de la différence.	$t = \frac{m_1 - m_2}{S_d}$.	Signification.	Déplétion A. A. O. (%).
873	LH 2,5 μg	6	49,42	32,41	−17,01	3,07	5,54	0,001	34,4
873	LL 11	6	67,18	70,25	+ 3,07	6,77	0,45	n. s.	-

[1]) A. A. O : Acide ascorbique ovarien total (en μg), ajusté par covariance au poids de l'ovaire.

Tableau IV.

Effets de l'extrait hypothalamique sur la sécrétion endogène de LH.

N° de protocole expérimental.	Traitement.	Nombre d'animaux.	A. A. O. (1) avant traitement.	A. A. O. (1) après traitement.	Différence.	S_d. Erreur standard de la différence.	$t = \frac{m_1 - m_2}{S_d}$	Signification.	Dépléti[on] A. A. [O] (%).
3871 *c*....	LL 11 i. p.	8	70,27	52,02	−18,25	8,25	2,21	0,05	25,9
3871.....	LL 11 i. v.	5	70,01	50,49	−19,52	4,43	4,41	0,01	27,8
3877.....	LL 13 i. v.	8	77,43	29,96	−47,47	7,91	6,00	0,001	61,3
3877.....	LL 14 i. v.	6	72,27	32,76	−39,51	7,13	5,54	0,001	54,7
3879 *a*....	LL 18 i. v.	6	94,12	42,82	−51,30	8,45	6,07	0,001	54,5

Absence d'effets des extraits de cortex cérébral et du cervelet.

N° de protocole expérimental.	Traitement.	Nombre d'animaux.	A. A. O. (1) avant traitement.	A. A. O. (1) après traitement.	Différence.	S_d. Erreur standard de la différence.	$t = \frac{m_1 - m_2}{S_d}$	Signification.	Dépléti[on] A. A. [O] (%).
3877.....	Cortex cér. LL 12	5	67,22	51,48	−15,74	7,34	2,14	n. s.	23,4
3878.....	Cervelet LL 16	5	26,82	26,06	− 0,70	5,48	0,14	n. s.	2,6

(1) A. A. O. : Acide ascorbique ovarien total (en μg), ajusté par covariance au poids de l'ovaire.

Tableau V.

Absence d'action de diverses substances neurohumorales sur la sécrétion endogène de l'hormone LH.

N° de protocole expérimental.	Traitement.	Nombre d'animaux.	A. A. O. (1) avant traitement.	A. A. O. (1) après traitement.	Différence.	S_d. Erreur standard de la différence.	$t = \frac{m_1 - m_2}{S_d}$	Signification.	Dépléti[on] A. A. [O] (%).
3861.....	5 mu. (*) Vasopressine	5	50,70	57,06	+ 6,36	5,09	1,25	n. s.	–
3861.....	15 mu.	5	51,91	50,49	− 1,42	3,99	0,35	n. s.	2,7
3861.....	30 »	5	43,67	50,33	+ 6,66	6,02	1,11	n. s.	–
3861.....	100 »	5	64,56	63,44	− 1,12	5,74	0,19	n. s.	1,7
3861.....	500 »	5	39,22	39,34	+ 0,12	2,38	0,05	n. s.	–
3871.....	500 »	5	78,11	98,39	+20,28	8,26	2,45	0,05	–
3871.....	1 000 »	5	67,98	83,52	+15,54	12,33	1,26	n. s.	–
3871.....	Ocytocine	5	77,64	96,46	+18,82	11,05	1,70	n. s.	–
3873.....	α-MSH	7	47,77	56,27	+ 8,50	6,03	1,41	n. s.	–
3873.....	β-MSH	6	52,84	63,74	+10,90	7,84	1,39	n. s.	–
3881 *a*....	Bradykinine	5	29,54	46,12	+16,58	6,43	2,58	0,05	–
3881 *a*....	Histamine	5	59,53	52,69	− 6,84	12,04	0,57	n. s.	11,5
3881 *a*....	Sérotonine	5	40,74	52,48	+11,74	6,75	1,74	n. s.	–
3881 *a*....	Acétylcholine	5	50,40	62,50	+12,10	4,24	2,85	0,05	–
3881 *a*....	Substance P	5	48,51	62,11	+13,60	7,33	1,85	n. s.	–
3881 *a*....	Adrénaline	5	75,59	79,73	+ 4,14	19,39	0,21	n. s.	–
3881 *a*....	Nor-adrénaline	5	70,87	83,07	+12,20	4,54	2,69	0,05	–

(1) A. A. O. : Acide ascorbique ovarien total en (μg), ajusté par covariance au poids de l'ovaire.
(*) mu., milliunités.

De même, dans le tableau I, la régression a été calculée sur des valeurs ajustées par covariance.

Résultats. — La méthode d'étalonnage de l'activité LH dans nos conditions expérimentales (qui seront discutées dans une autre Note), donne une réponse linéaire, étudiée ici entre 0,5 et 2 μg du standard (N. I. H.-LH-S_1) (tableau I). La réponse à LH (tableau II) n'est pas modifiée chez l'animal hypophysectomisé (tableau III). Une dose de l'extrait hypothalamique, correspondant à 1,5 fragments d'hypothalamus de mouton, donne une réponse hautement significative, qu'il s'agisse d'extrait chlorhydrique du tissu frais (LL 11), ou d'extrait chlorhydrique (en présence ou absence de NaCl) de la poudre acétonique (LL 13, LL 14, LL 18) (tableau IV). Des résultats qualitativement similaires ont été obtenus avec les extraits d'hypothalamus de rat. L'injection par voie intrapéritonéale de l'équivalent de deux fragments d'hypothalamus de mouton (LL 11) donne une activité (LRF) évidente, mais moins importante qu'après injection intraveineuse (tableau IV). L'activité LRF de l'extrait n'est pas modifiée par l'anesthésie profonde au nembutal. Alors que LH reste actif après hypophysectomie (tableau III), l'extrait hypothalamique ne présente plus d'effets chez l'animal hypophysectomisé, montrant ainsi son activité trans-hypophysaire (tableau III). Les extraits du cortex cérébral ou du cervelet (tableau IV) (injection de l'équivalent de 2,25 g de tissu frais) se sont montrés inactifs dans les conditions où l'extrait hypothalamique est hautement actif. Tous ces extraits bruts se sont révélés toxiques à des degrés divers par la voie intraveineuse; la voie intrapéritonéale, par contre, a toujours été bien supportée, d'où son utilisation chez l'hypophysectomisé.

Vasopressine, ocytocine, α-MSH, β-MSH, bradykinine, acétylcholine, histamine, substance P, adrénaline, nor-adrénaline, aux doses injectées ont été complètement inactives (tableau V).

L'extrait hypothalamique déclenche la ponte ovulaire, suivie de l'apparition de corps jaunes, chez cinq animaux sur six (rats en œstrus permanent, *cf.* 3 *d*); l'injection de LH, avec les mêmes critères, donne huit réponses positives sur les huit animaux utilisés.

Discussion et conclusions. — Un extrait d'hypothalamus de mouton déclenche la sécrétion de l'hormone LH chez le Rat; l'effet disparaît après hypophysectomie, alors que persiste l'activité de l'hormone LH administrée. Ainsi l'action de l'extrait hypothalamique ne s'effectue pas directement sur l'ovaire, mais semble bien être trans-hypophysaire. L'extrait hypothalamique renferme donc un ou plusieurs facteurs qui semblent capables de stimuler la sécrétion de l'hormone LH. L'activité LRF ne semble pas être due aux substances suivantes : ocytocine, lys-vasopressine, acétylcholine, bradykinine, histamine, sérotonine, adrénaline, nor-adrénaline, α-MSH, β-MSH ou la substance P. Toutes ces substances ont été administrées à des doses très supérieures à la teneur de l'extrait hypothalamique injecté, en chacune d'elles.

L'activité LRF de l'extrait hypothalamique chez l'animal ayant des rapports hypothalamo-hypophysaires intacts, si elle est certainement trans-hypophysaire (disparition après hypophysectomie), pourrait cependant être exercée au niveau de l'hypothalamus lui-même, quelque substance dans l'extrait diencéphalique stimulant directement ou indirectement les noyaux hypothalamiques qui provoqueraient la décharge endogène de LH. Cette possibilité ne pourra être éliminée qu'en étudiant l'activité de l'extrait hypothalamique : 1° chez l'animal porteur d'une lésion stéréotaxique bloquant la sécrétion de l'hormone LH; 2° sur l'hypophyse isolée *in vitro*. Deux de nos protocoles expérimentaux permettent déjà cependant de considérer l'activité LRF mise en évidence ici comme vraisemblablement trans-hypophysaire et non trans-hypothalamique : 1° l'activité de l'extrait chez l'animal sous anesthésie profonde au nembutal; 2° l'activité de l'extrait sur la décharge de LH (ovulation et formation de corps jaunes) chez l'animal en œstrus permanent par injection de testostérone dès la naissance.

Plusieurs auteurs ont déjà signalé la présence d'une activité LRF dans des extraits hypothalamiques. Harris et coll. ([13]), ([14]) ont produit l'ovulation chez le Lapin et le Rat par perfusion intrahypophysaire d'un extrait acétique d'éminence médiane de lapin ou de bœuf. Avec la technique de la déplétion de l'acide ascorbique ovarien, McCann et coll. ([3]) estiment avoir obtenu une légère différence entre les déplétions mesurées chez les animaux normaux ou hypophysectomisés recevant la même quantité d'un extrait hypothalamique. Ils ont conclu à la présence dans l'extrait hypothalamique d'une substance agissant sur l'hypophyse pour déclencher la sécrétion de LH. Les résultats présentés par ces auteurs comparés aux nôtres appellent quelques commentaires : la différence des effets observés par McCann et coll. entre animal normal et animal hypophysectomisé est extrêmement faible; en d'autres termes, une part considérable de l'activité de l'extrait hypothalamique de ces auteurs s'explique par quelque effet périphérique, c'est-à-dire non trans-hypophysaire. De plus, dans les travaux de McCann et coll. ([3]), ([15]), sérotonine, histamine, pitressine et vasopressine sont actives, la vasopressine et la pitressine conservant cette activité même chez l'hypophysectomisé. Par contre, Giuliani et coll. ([16]) de même que Parlow ([4]), en utilisant le même test, rapportent que la pitressine, l'adrénaline et la nor-adrénaline présentent une activité qui disparaît après hypophysectomie. Il peut s'agir là de différences de doses de ces divers produits; il peut s'agir aussi de différences qualitatives ou quantitatives du comportement à une même substance de diverses souches de rats, hypothèse qui nous paraît vraisemblable au vu des différences considérables que nous avons observées à la réponse au test de l'acide ascorbique ovarien entre rats Sprague-Dawley (Holtzman) d'élevage américain et rats Wistar (Duterme) d'élevage français ([17]). Signalons enfin les observations de Moszkowska et Kordon ([18],) ([19]) sur l'hypophyse isolée *in vitro* ou *in vivo*, en présence ou en absence d'hypothalamus, et qui ont été interprétées par ces auteurs comme traduisant un effet (humoral) d'origine hypothalamique sur la sécrétion des gonadotropines par les fragments ou greffons hypophysaires.

Les résultats que nous avons mentionnés dans cette Note révèlent un effet LRF hautement spécifique de l'extrait d'hypothalamus. Cet effet semble devoir être attribué à une substance nouvelle qui reste à caractériser et qui représente peut-être le médiateur neuro-humoral ultime du contrôle diencéphalique de la sécrétion de l'hormone d'ovulation LH ([20]).

(*) Séance du 31 juillet 1961.

([1]) J. Benoît et I. Assenmacher, *Arch. Anat. microsc. et Morph. exper.*, 42, 1953, p. 334.

([2]) Control of ovulation, 1 vol., C. A. Villee, Pergamon Press. Publ., Paris, 1961.

([3]) S. M. McCann, S. Taleisnik et H. M. Friedman, *Proc. Soc. exp. Biol. and Med.*, 104, 1960, p. 432.

([4]) A. F. Parlow, *Fed. Proc.*, 17, 1958, p. 402.

([5]) Gonadotropines sérique et chorionique, Laboratoire de l'Endopancrine, Paris.

([6]) Hormone de lutéinisation, LH (N. I. H.-LH-S_1) et prolactine (N. I. H.-P. S_3), don de Endocrinology Study Section, N. I. H. Bethesda, U. S. A.

([7]) J. M. Baird, R. O. Wolff et E. G. Rennels, *Proc. Soc. exp. Biol. and Med.*, 106 1961, p. 362.

([8]) C. A. Barraclough et R. A. Gorski, *Endocrinology*, 68, 1961, p. 68.

([9]) R. Guillemin, W. R. Hearn, W. R. Cheek et D. E. Housholder, *Endocrinology* 60, 1957, p. 688.

([10]) Lys-vasopressine 320 u./mg, α-MSH $1,5.10^7$ u./mg, β-MSH $4,5.10^6$ u./mg, Guillemin et Schally, Baylor University College of Medicine, Houston, U. S. A.

([11]) Ocytocine et bradykinine de synthèse, Sandoz S. A., Bâle.

([12]) Substance P, 12,5 u./mg, don du Professeur U. S. von Euler, Karolinska Institutet, Stockholm.

([13]) G. W. Harris, in ([2]), p. 56.

([14]) H. J. Campbell, G. Feuer, J. Garcia et G. W. Harris, *J. Physiol.*, 157, 1961, p. 30.

([15]) S. M. McCann et S. Taleisnik, *Amer. J. Physiol.*, 199, 1960, p. 847.

([16]) G. Giuliani, L. Martini, A. Pecile et M. Fochi, *1st Intern. Cong. Endocrinol.*, Copenhague, 1960, p. 29.

([17]) En préparation.

([18]) A. Moszkowska, *C. R, Soc. Biol.*, 153, 1959, p. 1945.

([19]) A. Moszkowska et C. Kordon, *J. Physiol.*, 53, 1961, p. 431.

([20]) Ces travaux ont été exécutés avec l'aide technique de Mlle J. Oxombre et de Mme G. Ribot.

(*Laboratoire de Morphologie expérimentale et Endocrinologie, Collège de France.*)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

PRÉSENTÉS OU TRANSMIS PAR LES MEMBRES ET CORRESPONDANTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence inconditionnelle des séries orthogonales.* Note (*) de M. **K. Tandori**, transmise par M. Arnaud Denjoy.

Les conditions données par Orlicz (ci-dessous) relatives à la convergence inconditionnelle presque partout des séries de fonctions orthogonales sur (0, 1) ne peuvent être affaiblies.

Soit $\{\varphi_n(x)\}$ un système de fonctions orthonormées dans l'intervalle (0, 1). Nous disons que la série orthogonale $\sum a_n \varphi_n(x)$ converge inconditionnellement presque partout, si elle converge sur (0, 1) presque partout même après avoir changé arbitrairement l'ordre de ses termes. (Bien entendu, l'ensemble de mesure nulle où la série ne converge pas peut changer avec l'ordre des termes.)

M. Orlicz [1] a démontré le théorème suivant :

Soit $\{\lambda(n)\}$ une suite croissante de nombres positifs. Supposons qu'il existe une suite de nombres naturels $\{n_k\}$ telle que $\log n_{k+1} \leq \varkappa \log n_k$ et que

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda(n_k)} < \infty,$$

si la condition

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n^2 \lambda(n) \log^2 n < \infty \tag{1}$$

est satisfaite, la série orthogonale $\sum a_n \varphi_n(x)$ converge presque partout inconditionnellement pour tout choix du système orthonormé $\{\varphi_n(x)\}$.

On a posé plusieurs fois [2] la question de savoir si les conditions imposées à la suite $\{\lambda(n)\}$ sont les meilleures, ou bien si elles sont susceptibles d'affaiblissement. La réponse est négative on a en effet le théorème suivant :

I. *Soit $\{\lambda(n)\}$ une suite croissante de nombres positifs tels que*

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda(2^{2^k})} = \infty,$$

il existe alors une suite de coefficients $\{a_n\}$, telle que la condition (1) *soit remplie, et un système $\{\Phi_n(x)\}$ de fonctions orthonormées dans l'intervalle* (0, 1), *tel que la série orthogonale $\sum a_n \Phi_n(x)$ diverge presque partout, si ses termes sont rangés dans un ordre convenable.*

Notre théorème est une conséquence des théorèmes suivants :

II. *La condition*

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sqrt{\sum_{n=2^{2^m}+1}^{2^{2^{m+1}}} a_n^2 \log^2 n} < \infty \tag{2}$$

entraîne la convergence inconditionnelle presque partout de la série orthogonale

$$\sum a_n \varphi_n(x) \tag{3}$$

pour tout choix du système $\{\varphi_n(x)\}$ *orthonormé dans* $(0, 1)$.

III. *Soit* $\{a_n\}$ *une suite descendante de nombres positifs tels que*

$$a_{2^{2^m}+1} \leq C a_{2^{2^{m+1}}} \qquad (m = 0, 1, \ldots), \tag{4}$$

où $C > 0$ *est une constante indépendante de* m. *Si la condition* (2) *n'est pas satisfaite, il existe sur* $(0, 1)$ *un système orthonormé* $\{\Phi_n(x)\}$ *tel que la série orthogonale* $\sum a_n \Phi_n(x)$ *diverge presque partout pour un certain arrangement de ses termes.*

La démonstration détaillée de ces deux théorèmes est longue et assez compliquée. Nous nous contentons ici de montrer que notre théorème principal I est une conséquence presque immédiate du théorème III.

En effet, si $0 < \lambda(n) \leq \lambda(n+1)$ et $\sum_{k=1}^{\infty} 1/\lambda(2^{2^k}) < \infty$, on construit aisément une suite positive et croissante $\{\mu(n)\}$ telle que

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu(2^{2^k})} < \infty, \qquad \text{mais} \qquad \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\lambda(2^{2^k})\mu(2^{2^k})}} = \infty.$$

En posant donc pour tout $k = 0, 1, \ldots$ et $2^{2^k} < n \leq 2^{2^{k+1}}$,

$$a_n = \frac{1}{\sqrt{2^{2^{k+1}} - 2^{2^k}}} \cdot \frac{1}{2^{k+1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda(2^{2^k})\mu(2^{2^k})}},$$

la suite $\{a_n\}$ satisfait à la condition (4), mais elle ne satisfait pas à la condition (2), puisque

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sqrt{\sum_{n=2^{2^m}+1}^{2^{2^{m+1}}} a_n^2 \log^2 n} \geq \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\lambda(2^{2^m})\mu(2^{2^m})}} = \infty.$$

Il existe donc, grâce au théorème III, un système orthonormé $\{\Phi_n(x)\}$ tel que la série $\sum a_n \Phi_n(x)$ diverge presque partout pour un certain ordre de ses termes, bien que la condition (1) soit remplie, car

$$\sum_{n=3}^{\infty} a_n^2 \lambda(n) \log^2 n \leq \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{\mu(2^{2^m})} < \infty.$$

(*) Séance du 31 juillet 1961.

(1) W. ORLICZ, *Bull. Intern. Acad. Sc. Polonaise Cracovie*, 1927, p. 81-115.

(2) *Voir*, par exemple, G. ALEXITS, *Konvergenzprobleme der Orthogonalreihen*, Budapest, 1960, p. 100, ou N. N. VOLKOFF et P. A. OULIANOFF, *Appendice* à la traduction russe du livre de R. COOKE, *Infinite matrices and sequence spaces*, Moscou, 1960, p. 452-453.

ANALYSE FONCTIONNELLE. — *Sur les hyper-continus projectifs.* Note (*) de M. **Motokiti Kondô**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Une définition des hyper-continus projectifs de type transfini et sa bonne ordination par les applications nommables.

33. Dans les Notes précédentes [1], j'ai discuté la nommabilité d'êtres mathématiques dans une hyper-analyse relative $\mathfrak{A}(\mathfrak{H}_0, \mathfrak{H})$. Pour développer constructivement notre discussion, il faut préciser la nommabilité des domaines fondamentaux $\mathfrak{H}_0$ et $\mathfrak{H}$.

Pour développer constructivement une analyse relative, j'ai défini ailleurs le *continu projectif* [2]. Or, comme les hyper-analyses relatives sont une généralisation des analyses relatives, on peut considérer une généralisation de la notion du continu projectif et les *hyper-continus projectifs* sont ceux obtenus en accord avec une telle notion généralisée.

34. Pour définir les hyper-continus projectifs de type transfini, prenons une hyper-analyse relative $\mathfrak{A}(\mathfrak{H}_0, \mathfrak{H})$ et posons d'abord $\mathfrak{K}^{(0)} = \mathfrak{N}^{(0)}$. Puis, étant donné un type α de $\rho(\mathfrak{H})$, supposons que $\beta < \alpha$ entraîne $K^{(\beta)} = \mathfrak{N}^{(\beta)}$. Alors, par l'induction transfinie, on peut définir les ensembles $\mathfrak{K}_E^{(\alpha)}$ $(E \in O_1^{(\alpha)}(\mathfrak{H}))$ comme suit : Si l'on a $\tau(E) = 0$, $K_E^{(\alpha)}$ est l'ensembe de toutes les fonctionnelles définies sur $\mathfrak{H}^{(\alpha)}$ et nommables $(P^{(\alpha)}, \mathfrak{H}_6^{(\alpha)}, \mathfrak{H}^{(\alpha)})$ et

$$\begin{aligned} \mathfrak{K}_E^{(\alpha)} &= \pi_\alpha^{(\alpha)} \mathfrak{K}_F^{(\alpha)}, \quad \text{si E est isolé et } \tau(E) + \tau(F) + 1, \\ &= \bigcup_{F <_0 E} \mathfrak{K}_F^{(\alpha)}, \quad \text{si E est limite.} \end{aligned}$$

Dès lors, $E <_0 F$ entraîne $\mathfrak{K}_E^{(\alpha)} \mathfrak{K} \subseteqq_F^{(\alpha}$. S'il existe un nombre ordinal G de $O_{\prime\prime}^{(\alpha)}(\mathfrak{H})$ tel que $G <_0 F$ entraîne $\mathfrak{K}_G^{(\alpha)} = \mathfrak{K}_F^{(\alpha)}$, on pose $\mathfrak{K}^{(\alpha)} = \mathfrak{K}_G^{(\alpha)}$ et on l'appelle l'*hyper-continu projectif* du type α.

D'après la définition, on a $\pi_\beta^{(\alpha)} \mathfrak{K}^{(\alpha)} = \mathfrak{K}^{(\alpha)}$, où $\beta \leqq \alpha$; donc c'est un hyper-continu relatif du type α.

35. Maintenant, posons $\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)} = \mathfrak{H}^{(\alpha)} \cup \mathfrak{K}^{(\alpha)}$ et $\overline{\mathfrak{H}}_J^{\alpha} = \mathfrak{H}^{\alpha} \cup \mathfrak{J}^{(\alpha)}$, où $\mathfrak{J}^{(\alpha)}$ est l'ensemble de toutes les fonctionnelles définies sur $\mathfrak{H}^{(\alpha)}$. Dès lors, on peut définir les hyper-analyses relatives $\mathfrak{A}(\overline{\mathfrak{H}}^{\alpha}, \overline{\mathfrak{H}}^{\alpha})$ et $\mathfrak{A}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$. Elles sont appelées *hyper-analyses projectives de première espèce* et de *deuxième espèce* respectivement et désignées par $\mathfrak{P}_I^{(\alpha)}$ et $\mathfrak{P}_{II}^{(\alpha)}$. De plus, α est appelé son *type*. D'après la définition, elles sont une généralisation des analyses projectives $\mathfrak{A}(\mathfrak{K}, \mathfrak{K})$ et $\mathfrak{A}(\mathfrak{K}, \mathfrak{L})$ respectivement.

36. Parallèlement à la bonne ordination du continu projectif $\mathfrak{K}$, on peut définir la bonne ordination de $\mathfrak{K}^{(\alpha)}$.

Pour cela, supposons que le type α soit isolé, c'est-à-dire $\alpha = \alpha_0 + 1$. Alors, d'après la définition, on a $O_r^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)}) = O_1^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)})$ $(n = 1, 2, \ldots)$ dans l'hyper-analyse projective $\mathfrak{P}_{II}^{(\alpha_0)}$; posons $O^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)}) = O_1^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)})$.

Pour un élément E de $O^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)})$, nous désignons par $\chi_0(E)$ l'ensemble de tous les éléments maximaux de $E^{(r)}$, où $E^{(r)} = E$. Si l'on a toujours $\tau(E^{(r')}) \neq \tau(E^{(r'')})$ pour deux éléments r', r'' distincts et arbitraires, on dit que E est uniforme et s'il existe un élément r' de $\chi_0(E)$ tel qu'on ait $(E^{(r')}) = \xi$ pour chaque nombre ordinal ξ tel que $\xi < \tau(E)$, on dit que E est *complet*. Dès lors, si E est uniforme et complet, l'application $O(r') = E^{(r')}$, où r' est une variable sur $\chi_0(E)$, est biunivoque et son contre-domaine consiste en nombres ordinaux plus petits que E. Dès lors, on a le

Théorème fondamental. — *Supposons qu'on ait $\alpha_0 \geq 1$ et qu'il existe un nombre $D^{(\alpha_0)}$ ordinal et nommable $(P^{(\alpha_0)}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha_0)})$ de $O^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)})$ et une application $F^{(\alpha_0)}(z)$ nommable $(P^{(\alpha_0)}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha_0)})$ telle que : 1° $D^{(\alpha_0)}$ soit uniforme et complet; 2° le domaine de $F^{(\alpha)}(z)$ est $\chi_0(D^{(\alpha)})$ et son contre-domaine est $\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}$; 3° $F^{(\alpha_0)}(z)$ soit biunivoque sur son domaine. Dès lors, il existe un nombre $D^{(\alpha)}$ ordinal et nommable $(P^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ de $O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)})$ et une application $F^{(\alpha)}(z)$ nommable $(P^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ telle que : 1° $D^{(\alpha)}$ soit uniforme et complet; 2° le domaine de $F^{(\alpha)}(z)$ est $\chi_0(D^{(\alpha)})$ et son contre-domaine est $\mathfrak{K}^{(\alpha)}$; 3° $F^{(\alpha)}(z)$ soit biunivoque sur son domaine.*

37. Pour démontrer le théorème fondamental, considérons d'abord la bonne ordination de $\mathfrak{K}_{E_0}^{\alpha}$, où $\tau(E_0) = 0$. Comme les éléments de $\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}$, ont bien ordonnés par l'application $F^{(\alpha_0)}(z)$, on peut donner le

Lemme 1. — *Il existe une application $F_{E_0}^{\alpha}(z)$ nommable $(P_1^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ définie sur $\mathfrak{X}_0(D^{(\alpha_0)})$, biunivoque et dont le contre-domaine est $\mathfrak{K}_{E_0}^{(\alpha_0)}$, où* $\tau(E_0) = 0$.

38. Nous définirons les applications $f^{(\alpha)}(x, y)$ nommables $(P_1^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ et dont leur contre-domaine est $K^{(\alpha)}(x)$, comme suit : 1° Leur domaine est $\mathfrak{U}_{N^{(\alpha)}}(x) \oplus \mathfrak{U}_{\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}}(y)$; 2° $\mathfrak{K}_{E_0}^{(\alpha)} \subsetneqq K^{(\alpha)}(x) \subsetneqq \mathfrak{J}^{(\alpha)}$; 3° Quel que soit l'ensemble E tel que $\mathfrak{K}_{E_0}^{\alpha} \subsetneqq E \subsetneqq \mathfrak{J}^{(\alpha)}$, il existe un élément x de $\hat{\mathfrak{U}}^{(\alpha)}$ tel que $E = K^{(\alpha)}(x)$, où $\hat{\mathfrak{U}}^{(\alpha)}$ est l'ensemble de toutes les fonctionnelles non négatives et définies sur $\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}$.

Dès lors, on a le

Lemme 2. — *L'ensemble A de tous les éléments x de $\mathfrak{U}_{\hat{\mathfrak{U}}^{(\alpha)}}(x)$, tels que $K^{(\alpha)}(x)$ soit un anneau commutatif ayant l'élément d'unité, et que $a \in K^{(\alpha)}(x)$ entraîne $\theta(a) \in K^{(\alpha)}(x)$ et $p^{\theta(\alpha)} \in K^{(\alpha)}(x)$, où p est un nombre naturel, est nommable $(P_1^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{\alpha}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{\alpha})$.*

Nous désignons par $N^{(\alpha)}(x)$ l'ensemble de toutes les fonctionnelles non négatives de $K^{(\alpha)}(x)$ et par $H^{(\alpha)}(x)$ celui de tous les éléments

$$r_{a_1, a_2, \ldots, a_r} = \prod_{k=1}^{N} p_k^{G_k}(a_k \in N^{(\alpha)}(x)).$$

39. Puis, nous définirons l'application $g^{(\alpha)}(x, y)$ nommable $(P_1^{(\alpha)1}, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ et dont le contre-domaine est $O^{(\alpha)}(x)$, comme suit : 1° Son domaine est $U_{\hat{\mathfrak{U}}^{(\alpha)}}(x) \oplus U_{\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}}(y)$; 2° $O^{(\alpha)}(x) \subsetneqq O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}_J^{\alpha})$; 3° Quel que soit l'ensemble E

tel que $E \subseteqq O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$, il existe un élément x de $\hat{\mathfrak{n}}^{(\alpha)}$ tel que $E = O^{(\alpha)}(x)$.

Dès lors, on a le

LEMME 3. — *L'ensemble* B *de tous les éléments* x *de* $\mathfrak{U}_{\hat{\mathfrak{K}}^{(\alpha)}}(x)$ *tels que :* 1° $y_1 \neq y_2$ *entraîne* $g^{(\alpha)}(x, y_1) \neq g^{(\alpha)}(x, y_2)$; 2° $O^{(\alpha)}(x)$ *est un segment de* $O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$; 3° $O^{(\alpha)}(x)$ *ne contient pas l'élément maximal, est nommable* $(P^{(\alpha)1}_1, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$.

40. Maintenant, nous désignons par $Z^{(\alpha)}$ l'ensemble de tous les éléments $\langle x, y \rangle$ tels que : 1° $x \in M^{(\alpha)}$; 2° il existe un élément r de $H^{(\alpha)}(x)$ tel que $y = \nu(x, r)$. Posons

$$K^{(\alpha)}(u, x, y) = f^{(\alpha)}(u, x, y\, \mathfrak{K}^{(\alpha_0)}) \quad \text{et} \quad O^{(\alpha)}(u, x, y) = g^{(\alpha)}(u, x, y, \mathfrak{K}^{(\alpha_0)}),$$

où $y = \nu(x, r)$, $f^{(\alpha)}(u, x, y, z) = f^{(\alpha)}(\varphi_2(\varphi_{21}(u), r)\, z)$, et

$$g^{(\alpha)}(u, x, y, z) = g^{(\alpha)}(\varphi_2(\varphi_{22}(u), r), z).$$

Alors, d'après la définition, l'ensemble C de tous les éléments $\langle u, x \rangle$ tels que $\varphi_2(\varphi_{21}(u), r) \in A$ et $\varphi_2(\varphi_{22}(u), r) \in B$ pour tout élément y, où $y = \nu(x, r)$ est nommable $(P^{(\alpha)1}_1, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$.

Dès lors, on a le

LEMME 4. — *Il existe une application* $R_1(u, x, y, z)$ *définie sur* $Z^{(\alpha)} \oplus \mathfrak{U}_{\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}}(u, z)$, *nommable* $(P^{(\alpha)1}_1, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$, *biunivoque et telle qu'on ait* $R_1(u, x, y, \mathfrak{K}^{(\alpha_0)}) = \pi_\alpha^{(\alpha)} K^{(\alpha)}(u, x, y)$ *pour tout élément* $\langle u, x \rangle$ *de* C.

De même, on a le

LEMME 5. — *Il existe une application* $R_2(u, x, y, z)$ *définie sur* $Z^{(\alpha)} \oplus \mathfrak{U}_{\mathfrak{K}^{(\alpha_0)}}(u, z)$ *nommable* $(P^{(\alpha)1}_1, \overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha)}, \overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$, *biunivoque et telle que* $R_2(u, x, y, \mathfrak{K}^{(\alpha_0)})$ *soit l'ensemble de tous les nombres ordinaux* E *de* $O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}_J^{(\alpha)})$ *tels que* $\tau(E) < \Omega^{(\alpha)}(u, x, y)\, \Omega^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)})$ [3].

Dès lors, en appliquant la méthode [4] de M. C. Kuratowski sur les opérations R_1 et R_2 ainsi définies, on peut démontrer le théorème fondamental.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

(1) *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 3934; 253, 1961, p. 209.

(2) *Comptes rendus*, 242, 1956, p. 2275.

(3) $\Omega^{(\alpha)}(u, x, y) = \sup_{E \in O^{(\alpha)}(u, x, y)} \tau(E)$ et $\Omega^{(\alpha_0)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)}) = \sup_{E \in O^{(\alpha)}(\overline{\mathfrak{H}}^{(\alpha_0)})} \tau(E)$ (borne sup.).

(4) *Fund. Math.*, 27, 1936.

(*Mathematical Institute, Faculty of Science, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japon.*)

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Couples de variétés non holonomes de l'espace projectif à trois dimensions.* Note (*) de MM. **Ilie Popa** et **Gheorghe Gheorghiev**, présentée par M. René Garnier.

On étudie la correspondance entre deux variétés linéaires, entre une variété et un « champ de directions » et, comme conséquence, les réseaux spatiaux.

4. *La correspondance de deux variétés linéaires.* — La géométrie de cette correspondance est donnée par les formules de Frenet-Cartan avec les deux premières conditions (2) du paragraphe 2 de la Note précédente [1] et

$$\Gamma^2_{33} - 1 = \Gamma^1_{32} = \Gamma^2_{31} = 0 \qquad (\Gamma^1_{31} - \Gamma^2_{32} \neq 0),$$

ce qui signifie que les points A_1, A_2 de la droite d'intersection des plans tangents se trouvent sur les rayons homologues incidents.

5. *La correspondance d'une variété linéaire et d'un « champ de directions ».* — A la droite A_3A_0 (considérée comme appartenant à la gerbe de centre A_3) correspond (dans la gerbe du centre A_0) la droite A_0A_2, où A_2 appartient au plan associé à A_3. Il s'ensuit que la géométrie de cette correspondance est régie par les formules de Frenet-Cartan avec les particularisations (2) et

$$\Gamma^1_{32} = \Gamma^2_{32} = 0 \qquad (\Gamma^1_{31}\Gamma^2_{33} - \Gamma^2_{31}\Gamma^1_{33} \neq 0).$$

6. *Réseaux spatiaux.* — Dans le paragraphe 2, on a exclu le cas du couple d'éléments linéaires incidents. Or, il peut être considéré comme un cas particulier de la variété du paragraphe 5 pour laquelle on a, de plus, $\Gamma^0_{33} = 0$, ce qui signifie que le plan « associé » au déplacement A_0A_3 est le plan $A_3A_1A_2$.

Cette configuration peut être interprétée comme celle d'un triplet de variétés linéaires ayant un même plan tangent.

Mentionnons une construction extrêmement simple d'un repère canonique de la variété considérée.

Quand le plan tangent commun $(A_0A_3A_1)$ tourne autour de l'arête A_iA_j, le centre A_k $(i \neq j \neq k \neq i)$ acquiert un déplacement qui détermine deux plans par A_kA_i, A_kA_j. On obtient, de cette manière, des couples de ternes de plans qui se coupent respectivement en A_2 et U (point unitaire du repère).

Il convient de considérer la variété duale de celle-ci, qui est celle d'un système triple de variétés linéaires de même centre ou, ce qui est la même chose, la configuration remarquable d'un réseau spatial.

G. Fubini et E. Bortolotti ont étudié à fond cette catégorie de réseaux. On voit, par ce qui précède, la manière dont l'étude des réseaux spatiaux se déduit de la théorie présentée plus haut.

Nous indiquons, en peu de lignes, une manière directe de cette étude.

Soient A_0A_i $(i = 1, 2, 3)$ les tangentes aux lignes du réseau. Les

sommets A_i, de même que les points unitaires U_{jk}, se trouvent sur les caractéristiques des plans $A_0A_iA_j$ déplacés le long de A_0A_k. On a exclu le cas où les caractéristiques sont incidentes.

Donc la géométrie des réseaux spatiaux est régie par les formules de Frenet-Cartan avec les particularisations

$$\Gamma_{13}^{3} = \Gamma_{21}^{1} = \Gamma_{32}^{2} = 0, \qquad \Gamma_{12}^{2} = \Gamma_{23}^{3} = \Gamma_{31}^{1} = 1.$$

Les autres coefficients des pfaffiens ω_1^2, ω_2^1, ω_1^3, ω_3^1, ω_2^3, ω_3^2 sont les 12 invariants du premier ordre du réseau; les coefficients des pfaffiens restants sont les 18 invariants du second ordre.

Des nombreuses figures élémentaires (cônes quadratiques, quadriques, complexes linéaires, etc.) attachées au réseau (qui fournissent des interprétations pour les invariants du réseau) nous retenons :

α. Soit C^i le cône de Malus de l'élément linéaire A_0A_i; l'intersection des plans polaires de A_j par rapport à C^i et de A_i par rapport à C^j est « la normale » de Bortolotti du réseau A_0A_i, A_0A_j.

β. A chaque arête A_0A_i, on associe la quadrique ayant un contact du premier ordre avec la surface réglée engendrée par cette arête, déplacée le long de A_0A_j, et un contact d'ordre zéro avec A_jA_k. Pour $i = 1$, $j = 2$ son équation est

$$\text{(Q)} \qquad x^0x^2 - \Gamma_{13}^{2}x^1x^3 = 0, \qquad \ldots . \qquad \ldots .$$

Dans le cas exclu plus haut ($\Gamma_{ik}^{j} = 0$, $i, j = 1, 2, 3$), nous choisirons pour U un des points d'intersection des trois quadriques (Q), ce qui donne

$$\Gamma_{13}^{2} = \Gamma_{21}^{3} = \Gamma_{32}^{1} = 1.$$

Ce cas est caractérisé par le fait remarquable que « les normales » de Bortolotti sont les arêtes du réseau considéré.

7. *Réseaux sur une variété linéaire.* — On entend par « réseau » d'une variété linéaire un couple de congruences de lignes dont les tangentes appartiennent au plan et au centre de son élément générateur. Nous indiquons deux possibilités de réduction de la géométrie de tels réseaux à celle des réseaux spatiaux. A cet effet, il suffit d'ajouter aux conditions (4)

$$\Gamma_{11}^{2} = \Gamma_{22}^{1} = 0 \qquad \text{ou} \qquad \Gamma_{13}^{2} = \Gamma_{23}^{1} = 0,$$

qui signifient que pour A_0A_3 on a pris l'intersection des plans osculateurs en A_0 aux lignes du réseau (on a donc exclu le cas des lignes asymptotiques), respectivement, l'une des droites communes aux cônes de Malus de ces congruences de lignes.

(*) Séance du 17 juillet 1961.

(1) *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 771.

(*Université de Jassy, Roumanie.*)

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la classification des espaces fibrés.*

Note de M. COSTAKE TELEMAN, transmise par M. Joseph Pérès.

Les classes des espaces fibrés différentiables vectoriels sur une variété différentiable compacte X, sont en correspondance biunivoque avec certaines classes des représentations linéaires d'un groupe topologique Γ associé à X (théorèmes 3 et 4).

1. Soient X une variété différentiable compacte, x_0 un point fixe de X et Ω l'ensemble des chemins de X, fermés en x_0, continûment différentiables par parties. En associant à chaque paire de chemins homotopes $f, g \in \Omega$ la borne inférieure $\rho(f, g)$ des aires des homotopies continûment différentiables liant f à g, calculées à l'aide d'une métrique riemannienne ds^2 de X, on obtient une semi-distance dans chaque classe Ω^α de chemins homotopes de X. En identifiant dans Ω deux chemins f, g ayant $\rho(f, g) = 0$, on obtient une relation d'équivalence R, telle que ρ induise sur Ω^α/R une métrique, que nous désignerons aussi par ρ. De plus, la composition usuelle de chemins induit dans Ω/R une loi de groupe, qui devient un groupe topologique Γ, avec la topologie somme des topologies définies par les métriques ρ des classes Ω^α/R. [*Voir* (1), p. 208].

THÉORÈME 1. — *Toute connexion infinitésimale* C *dans un espace fibré sur* X *définit une représentation (homomorphisme continu et ouvert)* $\mathcal{R}(C)$ *du groupe* Γ *sur le groupe d'holonomie* $\mathcal{H}(C)$ *(groupe de Lie) de* C *en* x_0, *si* $\mathcal{H}(C)$ *est compact.*

Démonstration. — Conséquence immédiate du théorème III, 2 de (1).

THÉORÈME 2. — *Etant donnée une représentation* φ *du groupe* Γ *sur un groupe de Lie* H, *on peut trouver un espace fibré différentiable* Z *sur* X *et une connexion infinitésimale* C *dans cet espace, telle qu'il existe un isomorphisme* ψ *de* $\mathcal{H}(C)$ *sur* H, *vérifiant la relation*

$$\varphi = \psi \circ \mathcal{R}(C). \tag{1}$$

En effet, dans (1) nous avons montré qu'on peut construire un espace topologique non holonome Z, fibré sur X et une connexion C dans cet espace, vérifiant la condition (1) pour un certain isomorphisme ψ de $\mathcal{H}(C)$ sur H. On peut montrer que Z admet une structure de variété différentiable, en considérant un recouvrement de X par un système $\Sigma = \{ V \}$ de voisinages de coordonnées contenant x_0 et en choisissant pour chaque $V \in \Sigma$ une application différentiable ν de I^{n+1} sur V telle que

$$\nu(t_1, \ldots, t_n, 0) = x_0 \qquad \text{et} \qquad (t_1, \ldots, t_n) \to \nu(t_1, \ldots, t_n, 1)$$

soit un homéomorphisme. On obtient alors, à l'aide de φ, pour chaque paire $V, V' \in \Sigma$ une application de $V \cap V'$ dans H, qui permet de raccorder les produits $V \times H$, $V' \times H$ et l'on obtient de cette façon une variété différentiable Z′, fibrée sur X, équivalente (au point de vue topologique) à Z.

On vérifie aisément que cette variété Z' subit un isomorphisme si l'on change le système Σ et les applications ν.

De même, on reconnaît que la connexion C est une connexion infinitésimale, si Z reçoit la structure différentiable de la variété Z'.

2. Théorème 3. — *Si* C_0, C_1 *sont deux connexions infinitésimales linéaires dans un même espace fibré vectoriel sur* X, *les représentations* $\mathcal{R}(C_0)$, $\mathcal{R}(C_1)$ *sont équivalentes au sens de la définition suivante.*

Définition. — *Nous dirons que deux représentations* r_0, $r_1 : \Gamma \to H$ *sont équivalentes s'il existe une application continue* $\varepsilon : \Gamma \times I \to H$ *dont la restriction* ε_t *à* $\Gamma \times \{t\}$ *soit une représentation de* Γ *dans* H *pour tout* $t \in I = [0, 1]$ *et telle que* $r_0 = \varepsilon_0$, $r_1 = \varepsilon_1$.

En effet, si les connexions C_0, C_1 sont définies, dans un voisinage de coordonnées de X, par les matrices différentielles A_0, A_1, la matrice $A_t = A_0 + t(A_1 - A_0)$, $t \in I$ définit une connexion C_t. L'application ε : $\Gamma \times I \to H$ définie par $\varepsilon_t = \varepsilon \mid \Gamma \times \{t\} = \mathcal{R}(C_t)$ est continue, en vertu de la formule (14), chap. III de ([1]).

Théorème 4. — *Deux représentations linéaires équivalentes de* Γ, *dans un même espace vectoriel* V, *définissent deux connexions linéaires dans deux espaces fibrés vectoriels équivalents.*

L'application ε fournit un homomorphisme continu ρ de Γ dans le groupe H^I, qui opère dans $V \times I$ par la formule

$$\rho(\gamma)(\nu, t) = \varepsilon_t(\gamma)(\nu), \qquad \gamma \in I, \qquad \nu \in V.$$

ρ induit un espace F fibré sur X, de fibre $V \times I$, contenant des sous-espaces fibrés E_t, isomorphes aux espaces induits par les représentations ε_t. En décomposant les fibres de F suivant les espaces vectoriels $V \times \{t\}$, on obtient F comme espace fibré sur $X \times I$, espace qui est équivalent à un espace de la forme $\mathcal{B} \times I$, avec $\mathcal{B}$ fibré sur X [([2]), p. 53]. Par cette équivalence, les extrémités de I se conservent et il en résulte que les espaces fibrés E_0, E_1 sont équivalents.

Remarque. — Les résultats précédents ne changent pas si l'on remplace le groupe Γ par son sous-groupe Γ_g formé des classes mod R des chemins formés par des arcs de courbes géodésiques de la métrique ds^2.

([1]) C. Teleman, *Ann. Éc. Norm. Sup.*, 77, 1960, p. 195-234.
([2]) N. Steenrod, *Topology of fibre bundles*, Princeton, 1951, p. 53.

MÉCANIQUE DES SOLS. — *Rotation d'un écran vertical mince dans un milieu pulvérulent plan avec dénivellation.* Note (*) de MM. **Jean Biarez** et **Jean-François Capelle**, présentée par M. Albert Caquot.

Dans [1] et [2], nous avons décrit les expériences relatives à l'équilibre limite d'un massif limité par une horizontale, en présence d'un écran mince, soumis à une force horizontale donnée. Nous présentons maintenant les résultats et les essais se rapportant à un massif dont les niveaux sont différents de part et d'autre de l'écran. On trouvera dans [2] les caractéristiques des matériaux utilisés et la liste des notations; le schéma de l'installation actuelle et les nouveaux paramètres introduits sont donnés par la figure 5.

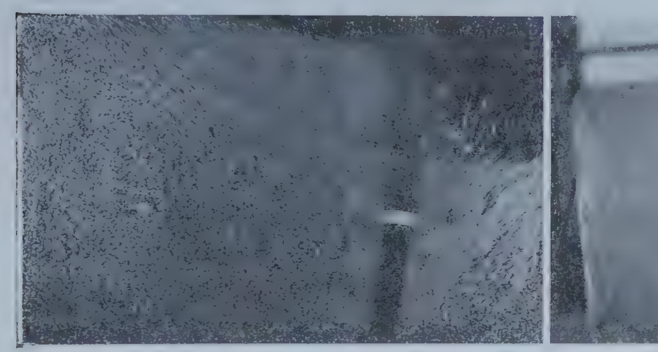


Photo 1.



Photo 2.

Photo 1. — Appareil photographique fixe.
Déplacement vers la droite de la partie supérieure de l'écran ($\lambda > 0$).

Photo 2. — Appareil photographique solidaire de l'écran vertical.
Déplacement vers la droite de la partie supérieure de l'écran ($\lambda > 0$).

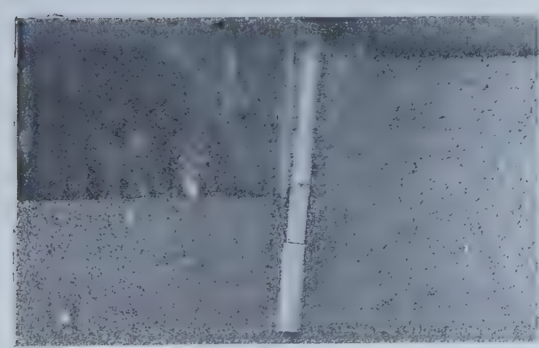


Photo 3.

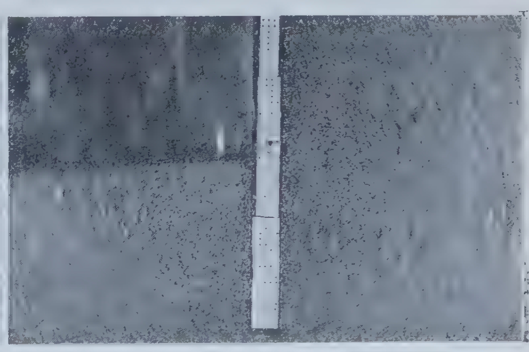


Photo 4.

Photo 3. — Appareil photographique fixe.
Déplacement vers la droite de la partie supérieure de l'écran ($\lambda < 0$).

Photo 4. — Appareil photographique solidaire de la fondation.
Déplacement vers la droite de la partie supérieure de l'écran ($\lambda < 0$).

1. *Étude cinématique.* — Les photographies révèlent encore l'existence d'une zone piriforme rigide, invariablement liée à l'écran B; l'étendue de celle-ci est très réduite si la partie supérieure de l'écran se déplace vers le niveau inférieur du sol pulvérulent (photos 1 et 2); si l'écran tourne dans l'autre sens, la zone en poussée disparaît (photos 3 et 4). Dans le premier cas, le c.i.r. est d'autant plus bas que la dénivellation est plus importante; dans le second cas, il s'élève si la dénivellation croît (*fig.* 5).

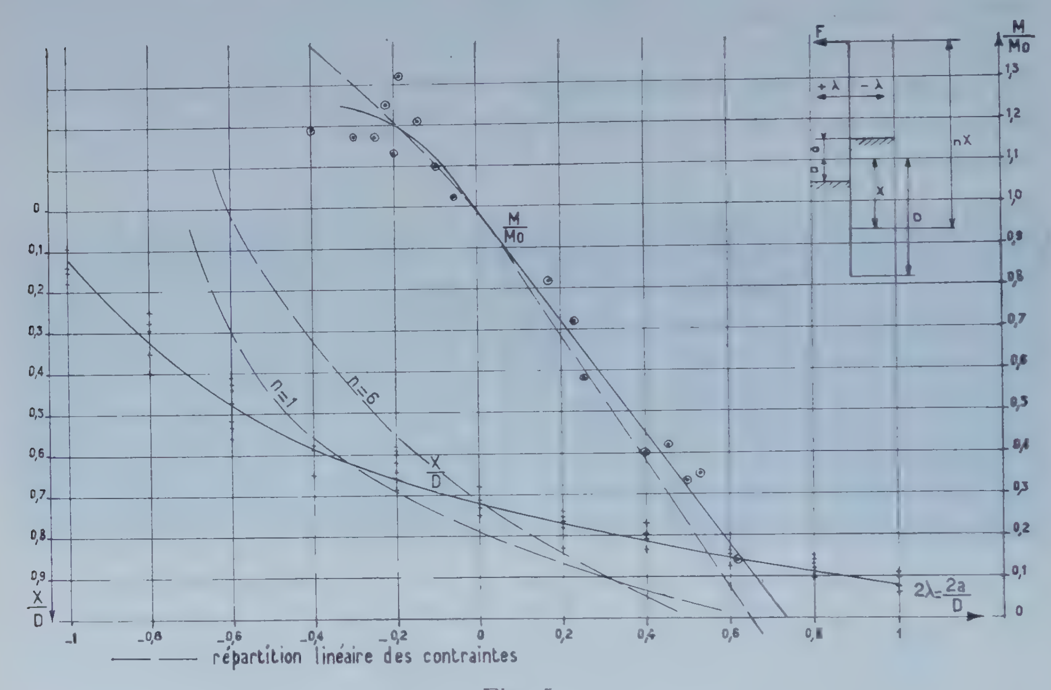


Fig. 5.

La rotation de l'écran se produit sans moment extérieur (F = o) si la dénivellation relative est voisine de $\lambda = a/D = 0{,}35$.

La variation de position du c.i.r. en fonction de la dénivellation est moins rapide que celle donnée par la répartition linéaire des contraintes (*fig.* 5) [*cf.* ([3])] :

$$2(1-3n)x'^3+3(1-n)(a'^2-1-2a'K)x'+(2+3a'K-a'^3K)=0.$$

On a posé

$$K=\frac{b+p}{b-p}, \qquad x'=\frac{X}{D}.$$

Contrairement au cas traité dans ([2]), la position du c.i.r. dépend ici nettement de l'angle de frottement interne.

2. *Étude mécanique : moment maximal.* — Nous avons indiqué en [2] une valeur approchée du moment maximal pour le cas où la surface libre ne présente pas de dénivellation

$$\frac{M_0}{\gamma D^3} \neq 0,3 \operatorname{tg}\Phi + 0,05(b-p)\cos\delta.$$

La figure donne le moment expérimental maximal M en fonction de la dénivellation relative pour $\Phi = 26^{\circ}$ et $\gamma = 2,1$.

La répartition linéaire des contraintes donne une borne inférieure du moment en prenant $\delta = 0$ (*fig.* 5); on peut donc, dans l'attente d'un calcul plus exact, s'en tenir à cette valeur de sécurité :

$$M = \frac{1}{6} b (x-a)^3 + 2(D+a)^3 - 3(x+a)(D+a)^2 + (x+a)^3$$
$$- \frac{1}{6} p (x+a)^3 + 2(D-a)^3 + 2(D-a)^3 - 3(x-a)(D-a)^2 + (x-a)^3.$$

Si l'on prend pour δ la valeur exacte du frottement entre l'écran et le milieu, on trouve pour M des valeurs un peu plus grandes.

Le moment semble passer par un maximum pour une dénivellation relative, $\lambda = -0,2$; la formule précédente peut être retenue pour $\lambda > -0,1$ La valeur de λ est négative si la partie supérieure de l'écran se déplace vers le niveau supérieur du sol (photos 3 et 4).

(*) Séance du 3 juillet 1961.

[1] J. Biarez et R. Nègre, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 2513.

[2] J. Biarez et J. F. Capelle, *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 795.

[3] J. Biarez, *Proc. Conf. de Bruxelles*, 1958 sur les *Problèmes de pressions de terres*, Bruxelles, III, 1958, p. 217.

(*Laboratoires de Mécanique des Fluides de Grenoble.*)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Anticommutateur pour le champ correspondant au spin 3/2 sur un espace d'Einstein.* Note de M. **André Lichnerowicz**, transmise par M. Joseph Pérès.

Sur un espace d'Einstein, étude [1] en formalisme de Rarita-Schwinger [2] des propagateurs spinoriels associés à un champ correspondant au spin 3/2. Construction d'un anticommutateur généralisant celui de Takahashi et Umezawa [3].

A partir de la théorie des noyaux élémentaires et propagateurs tensoriels et spinoriels que j'ai développée depuis 1958 [4], j'ai construit antérieurement pour un espace-temps de métrique quelconque le commutateur du champ vectoriel avec ou sans terme de masse (spin 1) et l'anticommutateur du champ de Dirac (spin 1/2); j'ai aussi indiqué pour un espace d'Einstein le commutateur du champ gravitationnel varié (spin 2). Je me propose ici de construire pour un tel espace l'anticommutateur du champ correspondant au spin 3/2.

1. Soit V_4 un espace-temps de la relativité générale, $\mathcal{E}(V_4)$ le fibré principal des repères orthonormés auxquels on rapporte tous les objets géométriques; V_4 est supposé admettre un fibré principal $\mathcal{S}(V_4)$ (l'espace des repères spinoriels), de groupe structural Spin (4), déduit par extension de $\mathcal{E}(V_4)$. On désigne par ω la connexion riemannienne de V_4, par σ la connexion spinorielle canonique induite par ω, par ∇ l'opérateur de dérivation covariante. Les matrices de Dirac $\gamma^\alpha(\gamma^{\alpha a}{}_b)$ définissent un objet géométrique vecteur-spineur contravariant-spineur covariant qui est *à dérivée covariante nulle.* On a, d'autre part, l'identité utile

$$R^\rho{}_{\gamma,\alpha\beta}\gamma^\alpha\gamma^\beta\gamma^\gamma = 2R^\rho{}_\alpha\gamma^\alpha, \tag{1}$$

où figurent le tenseur de courbure et le tenseur de Ricci de ω.

Un champ correspondant au spin 3/2 peut être décrit par un vecteur-spineur contravariant φ de composantes $\varphi_\rho{}^a$; φ_ρ désigne la matrice $1\times 4(\varphi_\rho{}^a)$. Les laplaciens d'un spineur contravariant ψ et d'un tel vecteur-spineur φ sont par définition,

$$\Delta\psi = -\gamma^\alpha\gamma^\beta\nabla_\alpha\nabla_\beta\psi, \qquad \Delta\varphi = -\gamma^\alpha\gamma^\beta\nabla_\alpha\nabla_\beta\varphi. \tag{2}$$

A l'aide de l'identité de Ricci et de (1), on obtient les expressions explicites

$$\Delta\psi = -\nabla^\sigma\nabla_\sigma\psi + \frac{1}{4}R\psi, \qquad \Delta\varphi_\rho = -\nabla^\sigma\nabla_\sigma\varphi_\rho + \frac{1}{4}R\varphi_\rho - \frac{1}{2}R_{\rho\sigma,\alpha\beta}\gamma^\alpha\gamma^\beta\varphi^\sigma, \tag{3}$$

où R est la courbure riemannienne scalaire. On a des définitions analogues dans le cas de spineurs covariants.

2. Supposons que V_4 *satisfasse aux équations d'Einstein* $R_{\alpha\beta} = \lambda g_{\alpha\beta}$. Si $\psi = (\psi^a)$ est un spineur contravariant, on a les identités suivantes :

$$(\Delta + \lambda)\nabla_\alpha\psi = \nabla_\alpha\Delta\psi, \qquad (\Delta+\lambda)\gamma^\alpha\psi = \gamma^\alpha\Delta\psi. \tag{4}$$

Soit $G^{(1/2)\pm}(x; x')$ (de composantes $G^{(1/2)\pm a}_{b'}$) les noyaux élémentaires de $(\Delta - \lambda - \varepsilon^2)$ opérant sur les spineurs, $G^{(3/2)\pm}(x, x')$ (de composantes $G^{(3/2)\pm a}_{\alpha\lambda' b'}$) ceux de $(\Delta - \varepsilon^2)$ opérant sur les vecteurs-spineurs. $G^{(3/2)\pm}_{\alpha\lambda'}$ désigne la matrice $(G^{(3/2)\pm a}_{\alpha\lambda' b'})$. On a

$$(5)\qquad (\Delta_x - \lambda - \varepsilon^2)\, G^{\left(\frac{1}{2}\right)\pm}(x, x') = \mathcal{S}(x, x')$$

et

$$(6)\qquad (\Delta_x - \varepsilon^2)\, G^{\left(\frac{3}{2}\right)\pm}(x, x') = \tau(x, x')\, \mathcal{S}(x, x').$$

Les seconds membres satisfont les relations

$$-\nabla^{\lambda'}(\tau_{\alpha\lambda'}\, \mathcal{S}^a_{b'}(x, x')) = \nabla_\alpha\, \mathcal{S}^a_{b'}(x, x'), \qquad \tau_{\alpha\lambda'}\, \mathcal{S}(x, x')\, \gamma^{\lambda'} = \gamma_\alpha\, \mathcal{S}(x, x').$$

De ces relations et des identités (4), on déduit que les propagateurs spinoriels $G^{(1/2)}(x, x')$ et $G^{(3/2)}(x, x')$, définis par différence des noyaux élémentaires correspondants, satisfont

$$(7)\qquad -\nabla^{\lambda'} G^{\left(\frac{3}{2}\right)}_{\alpha\lambda'} = \nabla_\alpha G^{\left(\frac{1}{2}\right)}, \qquad G^{\left(\frac{3}{2}\right)}_{\alpha\lambda'}\, \gamma^{\lambda'} = \gamma_\alpha\, G^{\left(\frac{1}{2}\right)}.$$

3. Considérons les opérateurs

$$L = (i\gamma^\rho \nabla_\rho - \varepsilon), \qquad L' = (i\gamma^\rho \nabla_\rho + \varepsilon)$$

et supposons le champ φ soumis aux équations de la théorie pour le spin 3/2

$$(\text{I})\qquad L\varphi \equiv (i\gamma^\rho \nabla_\rho - \varepsilon)\varphi = 0$$

et

$$(\text{II})\qquad \gamma^\rho \varphi_\rho = 0,$$

(I) et (II) entraînent $\nabla_\rho \varphi^\rho = 0$. Proposons-nous de construire pour cette théorie un anticommutateur

$$A_{\alpha\lambda'}(x, x') = (i\gamma^\rho \nabla_\rho + \varepsilon)\left\{ G^{\left(\frac{3}{2}\right)}_{\alpha\lambda'} - a\gamma_\alpha\, G^{\left(\frac{1}{2}\right)}\gamma_{\lambda'} + \frac{ib}{\varepsilon}\left(\gamma_\alpha \nabla_{\lambda'} G^{\left(\frac{1}{2}\right)} + \nabla_\alpha G^{\left(\frac{1}{2}\right)}\gamma_{\lambda'}\right) - \frac{c}{\varepsilon^2}\nabla_\alpha \nabla_{\lambda'} G^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right\},$$

où a, b, c sont des constantes telles que A satisfasse (I), (II) et

$$(8)\qquad \bar{A}(x', x) = -A(x, x'),$$

où $\bar{A}$ est l'adjoint de Dirac. Sous nos hypothèses on a

$$L'\nabla_\alpha = \nabla_\alpha L', \qquad L'\gamma_\alpha = 2i\nabla_\alpha - \gamma_\alpha L,$$

où les deux membres portent sur un spineur. On en déduit que pour que (8) soit vérifié, il faut et il suffit que $b = a$; A satisfait trivialement (I) relativement à x. Pour vérifier (II) on obtient, compte tenu des relations précédentes,

$$4a - b = 1, \qquad c = 2b$$

et la formule

$$(9) \quad [\varphi_\alpha(x), \overline{\varphi}_{\lambda'}(x')]_+ = \frac{1}{i} L'_{x'} \Big\{ G^{(\frac{3}{2})}_{\alpha\lambda'} - \frac{1}{3}\gamma_\alpha G^{(\frac{1}{2})}\gamma_{\lambda'} + \frac{i}{3\varepsilon}\left(\gamma_\alpha \nabla_{\alpha'} G^{(\frac{1}{2})} + \nabla_\alpha G^{(\frac{1}{2})}\gamma_{\lambda'}\right) - \frac{2}{3\varepsilon^2}\nabla_\alpha \nabla_{\lambda'} G^{(\frac{1}{2})} \Big\}$$

fournit un anticommutateur compatible avec les équations de champ de la théorie, à support, pour x' donné, dans et sur le conoïde caractéristique correspondant et se réduisant en relativité restreinte à l'anticommutateur de Takahashi et Umezawa [3].

[1] Les notations sont celles de *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 3742. En particulier, les indices grecs sont les indices tensoriels, les indices latins, les indices spinoriels prenant les valeurs 1, 2, 3, 4.

[2] Rarita et Schwinger, *Phys. Rev.*, 60, 1941, p. 61.

[3] Takahashi et Umezawa, *Prog. Theor. Phys.*, 9, 1953, p. 1.

[4] *Voir*, par exemple, *Tensor propagators and commutators in general relativity*, Cours miméographié de l'Université de l'Illinois (février 1961); *Propagateurs et commutateurs*, Publ. de l'Institut des Hautes études scientifiques, n° 10.

ÉLECTRICITÉ. — *Proportionnalité, en certaines conditions, entre la conductibilité électrique des liquides isolants non desséchés et la quantité d'eau contenue dans ces liquides.* Note (*) de MM. **Robert Guizonnier** et **Francis Taris**, transmise par M. Gaston Dupouy.

Divers Mémoires [1] ont déjà montré, de façon indirecte, que la conductibilité électrique des liquides isolants, tant que le champ moyen n'excède pas 2 kV/cm, est surtout due à l'eau qui se trouve dans ces liquides. Il convenait de rechercher un lien direct entre la conductibilité électrique de ces derniers et la quantité d'eau qu'ils contiennent.

La mesure de la quantité d'eau se trouvant dans un échantillon de liquide isolant a été déterminée par la méthode de Fischer.

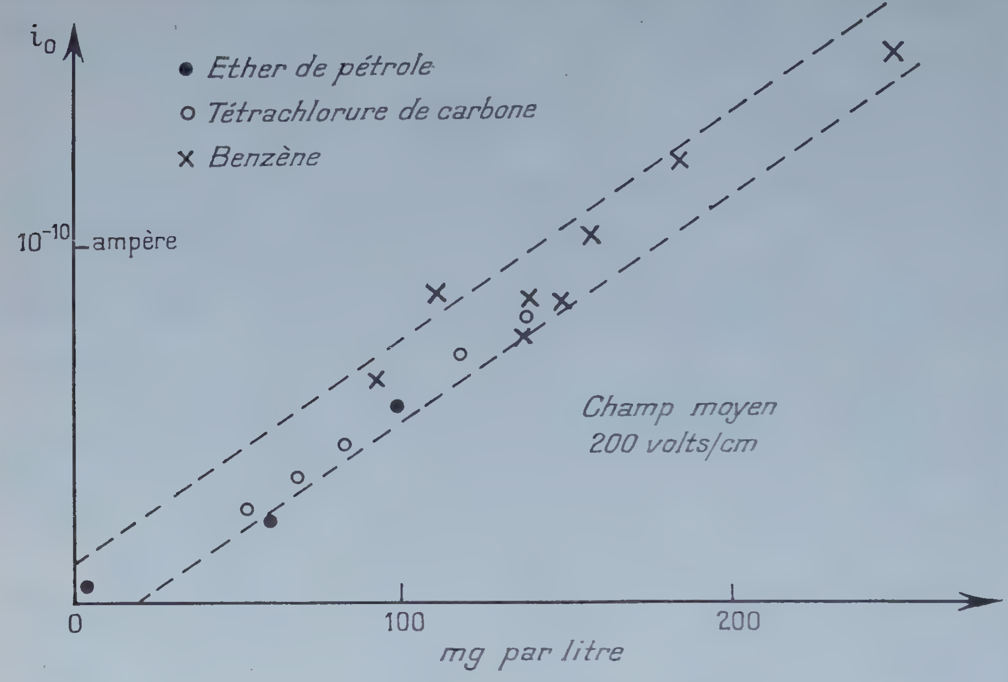
La mesure du courant électrique i_0, dès l'application de la tension, a été effectuée par une méthode de zéro qui a été déjà décrite [2] et souvent utilisée en nos expériences. Il convient de préciser les conditions en lesquelles il est nécessaire d'opérer pour obtenir des résultats reproductibles.

En effet si, ayant mesuré, dans des conditions bien déterminées, une première fois le courant i_0, on recommence, dans les mêmes conditions, immédiatement la mesure, on obtient toujours une valeur de courant légèrement plus faible. Ce phénomène est certainement dû à une légère altération de la surface des électrodes provenant du passage du courant. Il convenait donc d'effectuer les mesures, en laissant passer le courant le moins de temps possible, d'éviter les champs trop élevés (nous avons adopté un champ de l'ordre de 200 V/cm), de mettre en expérience des électrodes inattaquables, les résultats mentionnés en ce Mémoire ont été obtenus avec des électrodes en or.

De plus, entre deux mesures de courant, en maintenant les électrodes hors du liquide, environ 15 mn, de préférence dans une étuve, nous avons vérifié que les valeurs de i_0, quand on réalisait les mêmes conditions, étaient alors reproductibles; c'est donc toujours ainsi que nous avons procédé entre deux mesures; on peut penser que par cet arrêt, entre deux mesures, les électrodes reprenaient l'état de surface qu'elles avaient avant tout passage de courant. Enfin, l'expérience nous a montré qu'un récipient en verre, sec, est souvent chargé positivement, le liquide isolant qu'on y verse prend alors ces charges, ce qui perturbe la mesure de sa conductibilité; aussi, avant de verser définitivement le liquide isolant en expérience, dans le récipient sec, en verre, qui devait le contenir, afin d'éliminer les charges perturbatrices possibles, nous avons toujours lavé le récipient avec un peu du liquide.

Toutes ces conditions étant respectées, nous avons pu obtenir, à partir de liquides de natures diverses, des résultats qui ont conduit au graphique

ci-dessous. Les erreurs provenaient surtout de la mesure des quantités d'eau; les deux lignes, en pointillés, limitent la marge d'erreur maximale, elles encadrent les points expérimentaux de façon satisfaisante.



Proportionnalité entre le courant initial i_0
et la quantité d'eau contenue dans des liquides isolants (200 V/cm).

Nous avons donc mis en évidence, dans des conditions qui ont été précisées, la proportionnalité entre la conductibilité d'un liquide isolant et la quantité d'eau que contient ce liquide.

(*) Séance du 24 juillet 1961.
(1) Notamment R. Guizonnier, *J. Elect. Soc.*, 108, 1961, p. 519.
(2) R. Guizonnier, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 994.

RADIOACTIVITÉ. — *Explication par un couplage d'Uhlenbeck-Konopinski des anomalies des spectres β^- et β^+.* Note (*) de MM. **Charles Chahine** et **Bernard Jouvet**, transmise par M. Francis Perrin.

En vue d'expliquer les anomalies de Langer et al. [(1) à (5)] on étudie l'effet sur les spectres β^- et β^+ d'un couplage additionnel du type Uhlenbeck-Konopinski. On peut rendre compte des anomalies constatées dans les transitions de Gamow-Teller, par le couplage additionnel $K_A \bar{p} \gamma_\mu \gamma_5 N \bar{e} (1 + \gamma_5) \partial_\mu \nu$, avec $K_A/F_A < 0$, F_A étant la constante de Fermi du couplage axial.

1. *Introduction.* — Des mesures récentes des spectres β ont montré une déviation par rapport à la droite de Kurie, indiquant un excès d'électrons de basse énergie.

Langer et al. (1), (2), en introduisant, par analogie avec le terme d'interférence de Fierz, un facteur $(1 + b m_e E^{-1})$ pour linéariser le diagramme de Kurie, ont obtenu $0,2 < b < 0,4$. Cependant, comme l'ont remarqué ces auteurs, la constante b est de même signe pour les spectres β^- et β^+, contrairement au terme de Fierz.

De Pommier et Chabre (5) ont linéarisé le spectre de ^{198}Au avec un facteur $1 + g m_e^{-2} (W - E)^2$, $g \simeq 0,03$.

D'après (1), (2), ces anomalies ne semblent pas pouvoir s'expliquer par des corrections électromagnétiques.

On sait qu'un couplage faisant intervenir la dérivée du champ du neutrino a pour effet de favoriser l'émission des électrons de basse énergie. Nous nous proposons ici d'étudier dans quelle mesure une interaction anormale du type Uhlenbeck-Konopinski, pourrait rendre compte des déviations observées.

2. *Hamiltonien d'interaction.* — Nous considérons l'hamiltonien de Fermi le plus général, auquel nous adjoignons tous les couplages du type Uhlenbeck-Konopinski (K — U) faisant intervenir exclusivement la dérivée du champ du neutrino : $H_{\text{int}} = H_F + H_{KU}$,

$$H_F = \sum_{i=1}^{5} (F_i \bar{p} \Gamma_i N \bar{e} \Gamma_i \nu + F'_i \bar{p} \Gamma_i N \bar{e} \Gamma_i \gamma_5 \nu) + \text{h. c.}$$

et

$$\begin{aligned} H_{KU} = {} & K_V \bar{p} \gamma_\mu N \bar{e} \partial_\mu \nu + K'_V \bar{p} \gamma_\mu N \bar{e} \gamma_5 \partial_\mu \nu + K_A \bar{p} \gamma_\mu \gamma_5 N \bar{e} \gamma_5 \partial_\mu \nu + K'_A \bar{p} \gamma_\mu \gamma_5 N \bar{e} \partial_\mu \nu \\ & + K_T \bar{p} \gamma_\mu \gamma_\rho N \bar{e} \gamma_\mu \partial_\rho \nu + K'_T \bar{p} \gamma_\mu \gamma_\rho N \bar{e} \gamma_\mu \gamma_5 \partial_\rho \nu + \text{h. c.}, \end{aligned}$$

avec

$$\Gamma_i = 1, \quad \gamma_\mu, \quad \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma_{\mu\nu}, \quad -i \gamma_\mu \gamma_5, \quad \gamma_5 \qquad (i = 1, 2, \ldots, 5)$$

pour S, V, T, A, P respectivement. Les matrices γ_μ et γ_5 sont prises hermitiennes et vérifient la relation

$$\gamma_\mu \gamma_\nu + \gamma_\nu \gamma_\mu = 2 \delta_{\mu\nu} \qquad (\mu, \nu = 1, \ldots, 5),$$

$$\sigma_{\mu\nu} = \frac{1}{2i} (\gamma_\mu \gamma_\nu + \gamma_\nu \gamma_\mu) \qquad \text{et} \qquad \sigma_i = \frac{1}{2} \varepsilon_{ijk} \sigma_{ke}.$$

Avec ces notations, les matrices Γ_i sont aussi hermitiennes; P, N, e, ν désignent les champs du proton, neutron, électron et neutrino respectivement.

3. *Élément de matrice de transition.* — Pour faciliter l'exposé, nous allons faire les restrictions suivantes que nous lèverons par la suite :

a. Nous faisons le calcul pour la radioactivité β^-;

b. Nous ne prenons en considération que les termes scalaires de l'H_{int}. Soient k, l, p, q les quadri-impulsions de n, p, e et ν respectivement. L'élément de matrice pour la désintégration β^- s'écrit

$$(3.1)\quad M_{if} \sim \sum_{i=1}^{5}\left(\int \Gamma_i\right) F_i \overline{w}_e(p)\,\Gamma_i v_\nu(q) + K_V\left(\int \gamma_\mu\right)(-iq_\mu)\,\overline{w}_e(p)\,v_\nu(q)$$
$$+ K_T\left(\int \gamma_\mu\gamma_\rho\right)(-iq_\rho)\,\overline{w}_e(p)\,\gamma_\mu v_\nu(q) + K_A\left(\int \gamma_\mu\gamma_5\right)(-iq_\mu)\,\overline{w}_e(p)\,\gamma_5 v_\nu(q),$$

les $\int \Gamma_i$ sont les éléments de matrices nucléaires.

A l'approximation non relativiste pour les nucléons, (3.1) se réduit à

$$(3.2)\quad M_{if} \sim \left(\int 1\right)\left[(F_S + K_V q_0)\,\overline{w}_e v_\nu + F_V\,\overline{w}_e\gamma_4 v_\nu\right]$$
$$+\left(\int \vec{\sigma}\right)\left[F_T\,\overline{w}_e\vec{\sigma} v_\nu + F_A\,\overline{w}_e\gamma_4\vec{\sigma} v_\nu + K_A\,\vec{q}.\overline{w}_e\gamma_5 v_\nu\right] + \int \sigma_l K_T\,\varepsilon_{jkl}\,\overline{w}_e\gamma_j v_\nu q_k.$$

4. *Expression du spectre β^- pour les transitions permises.* — Sommant sur les spins finaux et prenant la moyenne sur les directions de spin initial du noyau on obtient pour le spectre β^- l'expression :

$$P(E)\,dE = \int P(E,\theta)\,d(-\cos\theta)\,dE,$$

où

$$(4.1)\quad P(E,\theta) = \frac{1}{4\pi^3}F(Z,E)\,p\,E(W-E)^2$$
$$\times\left\{A + B\frac{m_e}{E} + C(W-E) + D(W-E)\frac{m_e}{E}\right.$$
$$\left. + F(W-E)^2 + \frac{P}{E}\cos\theta\left(a - C(W-E) - F(W-E)^2\right)\right\},$$

les A, B, C, ... sont les combinaisons suivantes des constantes de couplage et des éléments de matrice nucléaires :

$$(4.2)\quad \left\{\begin{aligned}
A &= (|F_S|^2 + |F_V|^2)\left|\int 1\right|^2 + (|F_T|^2 + |F_A|^2)\left|\int\vec{\sigma}\right|^2,\\
B &= (F_S F_V^* + F_S^* F_V)\left|\int 1\right|^2 + (F_T F_A^* + F_T^* F_A)\left|\int\vec{\sigma}\right|^2,\\
C &= (F_S K_V^* + F_S^* K_V)\left|\int 1\right|^2 - \frac{1}{3}\left[(F_T K_A^* + F_T^* K_A) - 2(F_A K_T^* + F_A^* K_T)\right]\left|\int\vec{\sigma}\right|^2,\\
D &= (F_V K_V^* + F_V^* K_V)\left|\int 1\right|^2 - \frac{1}{3}\left[(F_A K_A^* + F_A^* K_A) - 2(F_T K_T^* + F_T^* K_T)\right]\left|\int\vec{\sigma}\right|^2,\\
F &= |K_V|^2\left|\int 1\right|^2 + \frac{1}{3}(|K_A|^2 + 2|K_T|^2)\left|\int\vec{\sigma}\right|^2,\\
a &= (|F_V|^2 - |F_S|^2)\left|\int 1\right|^2 + \frac{1}{3}(|F_T|^2 - |F_A|^2)\left|\int\vec{\sigma}\right|^2.
\end{aligned}\right.$$

Dans (4.1) on n'a tenu compte de l'interaction coulombienne que par le facteur F (Z, E), les corrections coulombiennes dans les termes d'interférences étant négligées. Celles-ci, en effet, sont trop petites pour rendre compte des anomalies observées ([1]).

L'intégration de (4.1) sur θ, supprime sa dépendance angulaire.

5. *Spectre β^+ et effets des termes pseudo-scalaires de l'H_{int}.* — 1° Le spectre β^+ se déduit formellement de (4.1) et (4.2) en changeant le signe de F_V, F_T et K_T, les autres constantes restant les mêmes.

2° Pour tenir compte des termes pseudo-scalaires dans β^- ou β^+, il suffit de faire la substitution suivante dans (4.2) :

$$L_i^* L_j + L_i L_i^* \to L_i^* L_j + L_i L_j^* + L_i'^* L_j' + L_i' L_j'^*,$$

où L_i désigne F_i ou K_i.

6. *Discussion.* — Limitons-nous à une théorie du neutrino à deux composantes et invariante par renversement du temps ($L' = L_i$ réels).

1° Pour les transitions de Gamow-Teller, on passe de β^- à β^+ par $B \to -B$, $C \to -C$ et $D \to +D$. Nous ne retenons donc, en accord avec l'expérience ([1]), ([2]) que le terme en D ($B = C = 0$), c'est-à-dire $F_T = 0$ et $K_T = 0$.

Le crochet de (4.2) se réduit dans ce cas à

$$2|F_A|^2 \left|\int \vec{\sigma}\right|^2 \left[1 - \frac{2}{3}\frac{F_A}{K_A}(W-E)\, m_e E^{-1} + \frac{2}{3}\left(\frac{F_A}{K_A}\right)^2 (W-E)^2\right].$$

Prenant $\gamma = F_A/K_A < 0$, les deux termes en γ et γ^2 favorisent l'émission d'électrons et de positrons de basse énergie.

2° Pour les transitions de Fermi, $B \to -B$, $D \to -D$ et $C \to +C$. L'expérience a indiqué ([4]) que b, s'il existe, est $< 0{,}1$. Nous prenons donc $B = C = D = 0$, c'est-à-dire $F_S = K_V = 0$.

Nous concluons ainsi qu'un hamiltonien du type (V, A) auquel nous ajoutons $K_A \bar{p}\gamma_\mu\gamma_5 N \bar{e}(1 + \gamma_5)\,\partial_\mu \nu$ $(K_A/F_A < 0)$ peut rendre compte des anomalies observées.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

([1]) O. E. Johnson, R. G. Johnson et L. M. Langer, *Phys. Rev.*, 112, 1958, p. 2004.
([2]) J. H. Hamilton, L. M. Langer et W. G. Smith, *Phys. Rev.*, 112, 1958, p. 2010.
([3]) J. H. Hamilton, L. M. Langer et W. G. Smith, *Phys. Rev.*, 119, 1960, p. 772. (Ces articles contiennent d'autres références sur le sujet.)
([4]) Langer, Camp et Smith, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, séries II, 6, n° 4, 1961.
([5]) de Pommier et Chabre, *Comptes rendus*, 252, 1961, p. 1587.

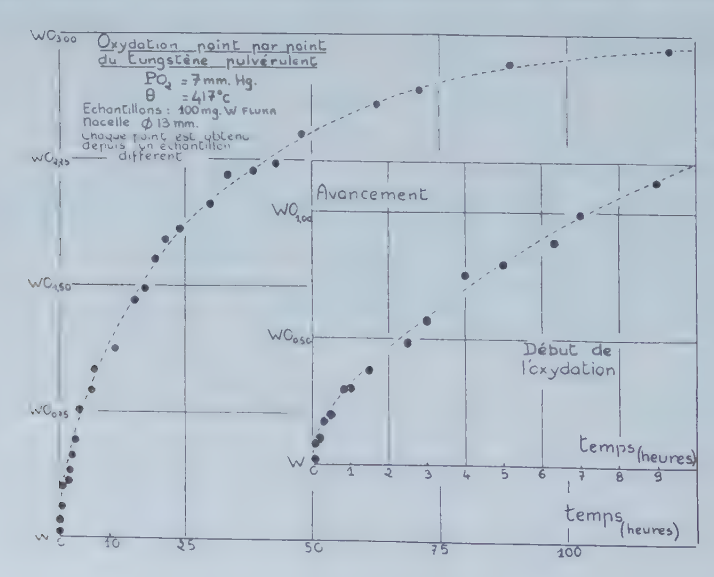
CHIMIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude cinétique de l'oxydation du tungstène pulvérulent à faible température.* Note de MM. **Louis-Claude Dufour** et **Pierre Barret**, présentée par M. Louis Hackspill.

La cinétique de l'oxydation du tungstène a déjà fait l'objet de nombreux travaux, mais ceux-ci portent exclusivement sur des échantillons compacts. Les résultats que nous donnons dans cette Note sont, à notre connaissance, les premiers se rapportant à la cinétique d'oxydation du tungstène pulvérulent.

Parmi nos différentes observations, nous ne décrirons ici que celles qui ont été effectuées dans les conditions suivantes : pression d'oxygène, 7 mm Hg; température, 417°C. On opère ainsi : un échantillon de 100 mg de tungstène Fluka de haut degré de pureté est disposé en couche mince (épaisseur théorique : 4/100e de millimètre; épaisseur effective : 2/10e ou 3/10e de millimètre) dans la nacelle d'une thermobalance Ugine-Eyraud; après l'avoir maintenu pendant 6 h sous haut vide à la température de 417°C, on introduit l'oxygène. On enregistre la variation de masse consécutive à l'oxydation et, au temps t_1 où celle-ci n'est que partielle, on élimine rapidement l'oxygène par pompage pour prélever l'échantillon. On répète cette opération sur des échantillons identiques pour les temps t_2, t_3, ..., t_i, ... Signalons que les résultats sont inchangés si l'on soumet au préalable les échantillons métalliques à l'action de l'hydrogène à haute température.

Résultats. — 1° La teinte de l'échantillon varie suivant l'avancement de la réaction.

2° Pour un échantillon d'une teinte déterminée, correspondant à un degré d'avancement donné, la teinte est uniforme dans tout le volume de



la poudre et cela confirme que la réaction se déroule bien, dans les conditions expérimentales fixées, en régime chimique tel que nous en avons défini les caractéristiques [1].

3° Les colorations successives prises par les échantillons suivant le degré d'avancement de la réaction sont données dans le tableau I; le degré d'avancement de l'oxydation y est représenté par l'écriture symbolique WO_x, où x est le nombre d'atomes-grammes d'oxygène fixés pour un atome-gramme de tungstène.

4° Chaque échantillon est soumis à l'analyse radiocristallographique (raie K_α du cuivre, monochromateur Guinier). Cette étude montre (tableau I), pour les degrés d'avancement de l'oxydation inférieurs à $WO_{0,40}$ (13 % de la réaction par rapport à WO_3), l'existence d'un simple anneau de diffusion entre 7 et 20°, dans la région où se situent les raies les plus intenses de WO_3. Pour un degré d'avancement supérieur, on met nettement en évidence les raies de WO_3 qui deviennent de plus en plus intenses à mesure que la réaction progresse alors que l'anneau de diffusion s'atténue progressivement et disparaît pratiquement aux alentours de $WO_{1,10}$ (37 % de la réaction).

TABLEAU I.

Avancement X (de WO_x).	t_i (h).	Couleur.	Phases aux rayons X.	Remarques.
0	0	Gris		
0,02	0,06	Marron		
0,08	0,08	Reflets jaunes		
0,10	0,15	Brun-chocolat		
0,17	0,33	Maron noir	Anneau de diffusion	
0,22	–	Violet		
0,29	0,83	Bleu foncé		
0,34	1,66	Gris vert		
0,39	2,00			
0,57	3,00			
0,75	4,00			
0,99	7,00			
1,12	9,00		W	
1,22	11,00			
1,42	15,00			
1,65	19,00	Gris ardoise s'éclaircissant lentement en vert pâle		
1,84	24,00			
2,00	30,00			
2,19	38,50		WO_3	Gonflement de la poudre
2,40	48,00			
2,58	63,00			
2,82	89,00			
2,91	120,00			
2,93	–	Apparition		
2,96	–	du ton jaune		
2,99	200,00	Jaune (reflet vert d'eau)		
3,00	–	Jaune pâle		

5° La reproductibilité des expériences est satisfaisante puisque les oxydations partielles des échantillons successifs sont représentées en fonction du temps par des tronçons de courbes dont la coïncidence est assez bonne (*fig.* 1). La courbe moyenne est de nature parabolique comme dans le cas du tungstène compact [2], [3], [4] et la réaction se déroulant en régime chimique, on peut estimer que cette courbe traduit assez fidèlement l'oxydation d'un grain moyen de l'échantillon en fonction du temps; la loi est de la forme $m_w = a\sqrt{t} + b$, où m_w est le pourcentage de la masse de tungstène restante.

6° La surface spécifique des échantillons successifs après réaction varie considérablement à partir du degré d'avancement $WO_{1,00}$ (33 % de la réaction). Par adsorption d'argon à basse température, on trouve 0,14 m²/g pour W non oxydé et environ 10 m²/g pour $WO_{2,99}$.

Conclusions. — Il est remarquable de constater que trois phénomènes semblent liés : la disparition de l'anneau de diffusion, la netteté des raies de diffraction (35 % de la réaction) et l'augmentation brusque du volume de la poudre.

De plus, les teintes successives observées au début de la réaction pourraient correspondre à la formation superficielle des phases WO_2 brun-chocolat, $W_{18}O_{49}$ violette et $W_{20}O_{58}$ bleue, mais ces oxydes seraient amorphes, du moins si l'on se réfère à la diffraction des rayons X et qu'on leur attribue l'anneau de diffusion observé. Il semble donc que la cristallisation de l'oxyde WO_3 s'effectue directement à partir de l'oxydation de ces phases intermédiaires amorphes, dans le stade initial de la réaction.

(1) P. Barret et L. Bonnetain, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, mars 1961, p. 576.

(2) E. A. Gulbransen et W. S. Wysong, *Amer. Inst. Min. Met. Engrs.*, 175, 1948, p. 611.

(3) E. A. Gulbransen, K. F. Andrew, P. E. Blackburn, T. P. Copan et A. Merlin, Washington U. S. Dept. Commerce, Feb. 1960.

(4) K. M. Gorbunova, V. A. Arslambekov, *Dokl. Akad. Nauk. S. S. S. R.*, 119, 1958, p. 151.

(*Laboratoire de Chimie M. P. C., Faculté des Sciences de Dijon.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Comparaison des transpositions allylique et homoallylique.* Note (*) de MM. **Marc Julia, Sylvestre Julia** et **Bernard Stalla-Bourdillon**, transmise par M. Jacques Tréfouël.

Le cyclopropyl-2 butène-3 ol-2 (I) est un carbinol à la fois allylique et cyclopropanique. La présente Note montre que l'acide bromhydrique provoque seulement une transposition homoallylique par rupture du noyau cyclopropane.

Les réactions de substitution des dérivés α-cyclopropaniques se font souvent avec une transposition dite « homoallylique » à cause de sa parenté avec la transposition allylique bien connue.

Il nous a semblé intéressant de comparer expérimentalement ces deux transpositions. Pour cela nous avons construit des molécules telles que (I) susceptibles de donner lieu à l'une ou à l'autre des deux transpositions. Nous avons constaté que dans le cas étudié la transposition homoallylique s'effectuait de préférence à la transposition allylique. Le carbinol (I) a été préparé par action du bromure ou du chlorure de vinyle magnésium [1] sur la méthylcyclopropylcétone (dans la suite M. C. C.) avec des rendements de 83 et 75 % ou aussi par condensation de l'acétylure de sodium sur la M. C. C. [2] et semi-hydrogénation de l'alcool acétylénique obtenu par le catalyseur de Lindlar (I) $É_{760}$ 137-138°; $n_D^{21,5}$ 1,4535; $C_7H_{12}O$. La littérature indique [2] $É_{751}$ 139°. Si l'on agite le carbinol (I) avec de l'acide bromhydrique à 48 % à la température ordinaire suivant une technique qui s'applique aussi bien à la transposition allylique qu'à la transposition homoallylique [3] on obtient avec un rendement de 85 % l'halogénure (II *a*) $É_{12}$ 71-72°; n_D^{19} 1,5221; λ_{max} 2 310 Å, ε 21 400. Cet halogénure a été transformé en acétate par ébullition avec l'acétate de sodium anhydre dans l'acide acétique. On obtient ainsi avec un rendement de 66 % l'acétate (II *b*) $É_{12}$ 86-87°; n_D^{19} 1,4703; $C_9H_{14}O_2$, λ_{max} 2 286 Å, ε 22 400. Par saponification de (II *b*) on a obtenu un alcool (II *c*) 80 % que la chromatographie en phase vapeur (dans la suite C. P. P. V.) montre être un mélange de deux constituants en proportions approximatives de 75 % et 25 %, (II *c*) $É_{13}$ 84-87°; n_D^{20} 1,4949; $C_7H_{12}O$, λ_{max} 2 303 Å, ε 25 500. On a isolé une α-naphtyluréthane (α-N. U.) F 71-72°, $C_{18}H_{19}O_2N$ identique à un dérivé obtenu précédemment [5] et un 3.5-dinitrobenzoate F 60,5-61°,5, $C_{14}H_{14}O_4N_2$. L'hydrogénation catalytique de cet alcool montre l'absorption de deux molécules d'hydrogène et le produit saturé est homogène à la C. P. P. V. (XII) $É_{18}$ 84-85°; n_D^{22} 1,4241; $C_7H_{16}O$, α-N. U. F 49-50°. La littérature indique [4a] et [4b] $É_{24}$ 84°, n_D^{27} 1,4223, α-N. U. F 50°. Il a été identifié avec un échantillon authentique préparé à partir du cyclopropylbutynol (X) qui, par transposition homoallylique simple et hydrogénation des insaturations nous a donné l'alcool saturé également homogène à la C. P. P. V. $É_{20}$ 88°; n_D^{22} 1,4259;

α-N. U. F 50° sans dépression avec l'échantillon préparé ci-dessus. La semi-hydrogénation de l'alcool (XI *c*) homogène à la C. P. P. V. nous a donné un alcool diénique, $É_{12}$ 80-81°; $n_D^{20,5}$ 1,4872; α-N. U. F 85-86° qui par hydrogénation complète a donné l'alcool saturé (XII). L'inhomogénéité

H_2C—CH—C(CH_3)=O + CH_2=CH-MgX

H_2C—CH—C(CH_3) = CH—CH_2X XIII

H_2C—CH—C(CH_3)(OH)—CH=CH_2 ← H_2C—CH—C(CH_3)(OH)—C≡CH

I X

CH_2X II CH_2OH XII CH_2X XI

a, X=Br
b, X=$OCOCH_3$
c, X=OH

CN III O VII

R

V, R=$CO_2C_2H_5$
VI, R=H

COOH IV OH VIII OH IX

de (II *c*) était donc due seulement à la présence de stéréoisomères et non pas à la présence de composés du type (XIII *c*) qui proviendraient de la transposition allylique. L'alcool (XIII *c*) lui-même a d'ailleurs été préparé [5] en additionnant le dibutylcétal de la M. C. C. sur l'éther oxyde de butyle et de vinyle en présence d'éthérate de trifluorure de bore. L'éther acétal conduit avec un rendement de 50 % à l'aldéhyde β-cyclopropylcrotonique.

Celui-ci est réduit par l'hydrure de lithium et d'aluminium et conduit à l'alcool (XIII *c*) qui s'est montré tout différent de l'alcool (II *c*).

L'alcool (II *c*) et son acétate (II *b*) ont donné lieu sans difficulté à la réaction diénique avec l'anhydride maléique.

Composé d'addition de (II *c*) F 210-212° (eau); $C_{11}H_{14}O_4$ (lactonisé).

Composé d'addition de (II *b*) F 65-66°; $C_{13}H_{16}O_5$.

Le bromure (II *a*) a donné par condensation avec le cyanure de potassium dans le diméthylformamide le nitrile (III) 82 %, $É_{10}$ 95-96° n_D^{22} 1,4888; $C_8H_{11}N$, λ_{max} 2 290 Å, ε 24 900. Celui-ci est facilement hydrolysé en acide (IV) 61 %, $É_{0,03}$ 70-75°; n_D^{20} 1,4928; $C_8H_{12}O_2$, λ_{max} 2 293 Å, ε 20 600, sel de S-benzylisothiouronium F 129-131°, $C_{16}H_{22}O_2N_2S$.

Par action de l'iodure de méthyle magnésium sur (III) on a obtenu (64,5 %) la cétone (VII), $É_{12}$ 86-87°; n_D^{20} 1,4822; $C_9H_{14}O$, λ_{max} 2 301 Å, ε 21 900, semi-carbazone (S. C.) F 147-148°, $C_{10}H_{17}ON_3$, 2.4-dinitrophénylhydrazone (2.4-D. N. P. H.) F 90-91°, $C_{15}H_{18}O_4N_4$, λ_{max} 2 293 Å et 3 620 Å, ε 37 000 et 20 500.

Composé d'addition maléique F 85-87°, $C_{13}H_{16}O_4$.

Cette cétone a pu être condensée avec le bromure ou le chlorure de vinyle magnésium [1] pour donner l'alcool (VIII) (68,5 et 83,5 %), $É_{0,04}$ 65°; n_D^{22} 1,4940; $C_{11}H_{18}O$, λ_{max} 2 311 Å, ε 22 000, ou avec l'acétylure de sodium pour donner l'alcool (IX) (71,5 %), $É_{2,5}$ 82-87°; n_D^{21} 1,4971; $C_{11}H_{16}O$, λ_{max} 2 310 Å, ε 20 500.

En condensant l'acétoacétate d'éthyle sur le bromure (II *a*) nous avons également préparé (54 %) le cétoester (V) $É_{0,07}$ 82-85; n_D^{21} 1,4755; $C_{13}H_{20}O_3$. Celui-ci traité par la baryte aqueuse a donné la cétone (VI) (52 %) $É_{0,5}$ 52-54°; n_D^{20} 1,4770; $C_{10}H_{16}O$, λ_{max} 2 320 Å, ε 21 000; S. C., F 127-128°, $C_{11}H_{19}ON_3$; 2.4-D. N. P. H. F 67-69°, $C_{16}H_{20}O_4N_4$. Les cétones (VI) et (VII) ainsi que les alcools tertiaires (VIII) et (IX) possèdent des odeurs très agréables rappelant un peu celles de la méthylhepténone et du linalol.

(*) Séance du 24 juillet 1961.

(1) H. NORMANT, *Bull. Soc. Chim.*, 1957, p. 728.

(2) A. P. GOLOVTSCHANSKAYA, *J. Gén. Chem.* (U. S. S. R.), 11, 1941, p. 608; *Chem. Abstr.*, 35, 1941, p. 6931.

(3) M. JULIA, S. JULIA et R. GUÉGAN, *Bull. Soc. Chim.*, 1960, p. 1072.

(4) *a*. J. CASON, P. B. BREWER et E. L. PIPPEN, *J. Org. Chem.*, 13, 1948, p. 239; *b*. R. C. HUSTON et A. H. AGETT, *J. Org. Chem.*, 6, 1942, p. 123; R. C. HUSTON et C. C. LANGHAM, *J. Org. Chem.*, 12, 1947, p. 90.

(5) S. JULIA, M. JULIA, S. Y. TCHEN et P. GRAFFIN, *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 678.

(*École Nationale Supérieure de Chimie,*
11, rue Pierre-Curie, Paris, 5e.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stéréochimie de diquinols mésodihydroanthracéniques.* Note (*) de MM. **Wladyslaw Chodkiewicz, Paul Cadiot** et **Antoine Willemart**, présentée par M. Léon Velluz.

La stéréochimie des diquinols mésodihydroanthracéniques α et β non saturés peut être déterminée en appliquant aux diquinols saturés correspondants la méthode de Dufraisse et Lepage. Bien que l'addition d'un organométallique sur l'anthraquinone s'effectue généralement en trans, les propargyliques, les allyliques et le phényl-lithium, donnent de préférence une addition cis. Les diquinols α-acétyléniques trans peuvent être isomérisés en composés cis correspondants.

Au cours d'une série de travaux ([1]), ([2]), nous avons étudié la préparation de diquinols mésodihydroanthracéniques comportant des chaînes latérales non saturées. Il nous a paru intéressant de déterminer leur structure exacte et d'examiner la stéréochimie des réactions qui conduisent à leur obtention.

Les diquinols mésodihydroanthracéniques peuvent en effet exister sous les deux formes isomères I et II :

R R
HO OH
I cis

HO R
R OH
II trans

Dufraisse et ses collaborateurs ([3]), et en particulier Lepage ([4]), ont proposé une élégante méthode pour la détermination de la stéréoisomérie de ces diquinols dans le cas où R est un hydrogène, un méthyle, et un phényle.

Nous avons pu appliquer cette méthode aux diquinols mésodihydroanthracéniques III et IV substitués par des chaînes saturées. Ces composés peuvent être aromatisés avec d'excellents rendements par le chlorure stanneux en milieu tétrahydrofuranne-acide chlorhydrique aqueux (1 : 1). Les arènes saturés V se photooxydent aisément en solution sulfocarbonique

$R-(CH_2)_n$ $(CH_2)_n-R$
HO OH
III

$LiAlH_4$
T.H.F.

$R-(CH_2)_n$-O-O-$(CH_2)_n-R$
VI

Sn^{++}
H^+

O_2 hν

HO $(CH_2)_n-R$
$R-(CH_2)_n$ OH
IV

Sn^{++}
H^+

$R-(CH_2)_n$-$(CH_2)_n-R$
V

à la lumière du jour. Les photooxydes VI cristallisés sont obtenus avec de très bons rendements. L'ouverture des composés VI par l'aluminohydrure de lithium en milieu tétrahydrofurannique conduit aux diquinols saturés de structure cis III; les rendements sont de l'ordre de 70 %.

Les produits ainsi préparés sont rassemblés dans le tableau suivant :

R.	n.	III (F°).	IV (F°).	V (F°).	VI (F°).
H—	2	150	176 (5) (6)	147 (6)	214
C_6H_5—	2	186	223	191 (8)	140
H—	3	165	179	141	170

Dans ces conditions, la détermination de la stéréoisomérie d'un diquinol du type I ou II dans lequel le radical R est une chaîne non saturée (acétylénique, propargylique, allylique, etc.) se résume à deux opérations : une hydrogénation catalytique totale, puis la comparaison du diquinol saturé obtenu avec le diquinol anthracénique cis formé par réduction du photooxyde.

Ayant ainsi accès à la stéréoisomérie exacte des diquinols mésodihydroanthracéniques, nous avons commencé à examiner la stéréochimie de leur réaction de formation, en particulier en fonction de l'organométallique utilisé (structure du radical et nature du métal).

Les résultats obtenus sont illustrés par le tableau suivant :

R.	Métal.	Diquinol I cis %(*).	Diquinol I cis F°.	Diquinol II trans %(*).	Diquinol II trans F°.
HC≡C—	Na (1), (7)			100	206
$C_6H_5.C≡C$—	Mg (8), Li (8), Na, K		242	100	156
$CH_3.C≡C$—	Mg, Na, K			100	226
$HC≡C.CH_2$—	Al (2), (9), Mg	74	165	26	211
$H_2C=CH.CH_2$—	Al (9), Mg	78	(**)	22	(**)
$CH_3.CH_2.CH_2$—	Li		165	100	179
C_6H_5—	Li (***) (10)	78	195 (11)	22	263 (11)

(*) Proportions relatives des deux diquinols cis et trans isolés du milieu réactionnel. (**) Le mélange d'isomères n'a pu être séparé qu'après hydrogénation. (***) Le magnésien (11) conduit à la formation presque exclusive de l'isomère trans.

La formation d'un isomère trans semble être la règle générale. La réaction s'effectuant en deux étapes, l'isolement d'un monoquinol intermédiaire a presque toujours pu être effectué. L'obtention d'une forte proportion d'isomère cis, assez exceptionnelle (propargyliques, allyliques, phényllithium) semble se produire dans le cas d'une réaction très rapide. Nous n'avons pas alors réussi à isoler de monoquinol, ce qui pourrait impliquer un processus réactionnel différent.

Les diquinols α-acétyléniques trans VII obtenus comme isomères cinétiques, lors de toutes les condensations effectuées, peuvent être isomérisés

en diquinols cis VIII du fait de la grande réversibilité du système réactionnel ([1]), ([12]) :

L'exemple de l'isomérisation du trans bisphényléthynyl-9.10 dihydroxy-9.10 dihydroanthracène en diquinol cis illustre l'ensemble de ces phénomènes.

Métal (*).	Solvant.	Température (°C).	Temps (h).	Taux d'isom. (%).
Lithium	NMP	0	15	30
Sodium............	»	0	1	24
Potassium..........	»	0	1/2	64
	»	0	1	75
	THF	0	15	18
Magnésium.........	»	20	1	0

(*) Quelle que soit la forme d'introduction du métal dans le système réactionnel, celui-ci se trouve ramené à l'état de quinolate au moment de l'isomérisation.

Il faut noter les influences favorables de la polarité du solvant et de l'électropositivité du métal employés pour l'isomérisation.

(*) Séance du 31 juillet 1961.

([1]) W. Chodkiewicz et P. Cadiot, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 2383; 248, 1959, p. 116; 248, 1959, p. 259; R. Skowronski, W. Chodkiewicz et P. Cadiot, *Comptes rendus*, 249, 1959, p. 552.
([2]) R. Skowronski et W. Chodkiewicz, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 547.
([3]) Ch. Dufraisse et J. Houpillart, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 740.
([4]) Y. Lepage, *Ann. Chim.* (13), 4, 1959, p. 1137.
([5]) L. Clarke, *Ber. Chem. Ges.*, 41, 1908, p. 935.
([6]) W. E. Bachmann et J. M. Chemerda, *J. Org. Chem.*, 4, 1939, p. 583.
([7]) W. Ried et H. J. Schmidt, *Ber. Chem. Ges.*, 90, 1957, p. 2553.
([8]) G. Rio, *Ann. Chim.*, (12), 9, 1954, p. 182.
([9]) Ch. Prevost, M. Gaudemar et Mme L. Miginiac, Communication privée.
([10]) A. Willemart, *Bull. Soc. Chim.*, (5), 9, 1942, p. 83.
([11]) Ch. Dufraisse et J. Le Bras, *Bull. Soc. Chim.*, (4), 5, 1937, p. 1037.
([12]) W. Chodkiewicz, *Ann. Chim.*, (13), 2, 1957, p. 819.

BOTANIQUE. — *Sur la végétation du secteur occidental du plateau de Bandiagara.* Note de M. **Paul Jaeger**, présentée par M. Henri Humbert.

Le plateau de Bandiagara ou plateau Dogon forme le diverticule oriental de ces vastes étendues gréseuses qui, en Afrique occidentale, couvrent environ 490 000 km², le Ghana non compris. Ce plateau s'étale en arc de cercle à concavité Sud-Est depuis les abords du 14° lat. Nord jusqu'au-delà de Hombori par Bandiagara, Sanga et Douentza; la fraction occidentale, massive, tient pratiquement dans le quadrilatère délimité par le 14-15° lat. Nord et le 3-4° long. Ouest. La fraction orientale, moins importante quant à la superficie, comprise entre Douentza et Hombori, perd son caractère massif pour s'effilocher en une traînée de tables gréseuses à silhouette souvent étrange.

Le plateau de Bandiagara s'élève progressivement de l'Ouest à l'Est; Bandiagara même n'est qu'à 392 m; les pitons de Hombori, par contre, dépassent 1000 m. Constitué par un soubassement de grès primaires tabulaires aux faciès multiples, ce plateau est soumis à un climat typiquement soudanien alternativement sec et humide; la hauteur des précipitations qui est partout inférieure à 600 m diminue progressivement su Sud-Ouest au Nord-E st : Bandiagara, 580 mm; Hombori, 361 mm.

Le méridien de Douentza coïncide aussi avec une importante limite phytogéographique; la fraction occidentale du plateau appartient au secteur nord-soudanien ou soudano-sahélien, la fraction orientale, par contre, au secteur sahélo-soudanien. Géomorphologiquement, on peut, avec S. Daveau, reconnaître divers ensembles régionaux dans cette fraction occidentale, entre autres : le plateau proprement dit, avec ses buttes, massées principalement vers l'Ouest, la falaise, la plaine du Séno.

La présence dans les savanes du plateau d'un peuplement de ligneux à base de *Daniellia oliveri*, *Butyrospermum parkii*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera*, *Khaya senegalensis*, *Vitex cienkowskii*, *Detarium senegalense*, *Entada africana*, *Lannea acida*, *Sclerocarya birrea*, *Borassus flabellifer*, *Prosopis africana*, etc.; la présence, parfois abondante, de *Balanites ægyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea*, *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Anogeissus leiocarpus*, *Pterocarpus lucens*, etc.; d'espèces buissonnantes comme *Boscia senegalensis*, *Cratæva religiosa*, *Calotropis procera*, etc., nous autorisent à affirmer que nous évoluons dans la zone la plus septentrionale du domaine soudanien, dans le secteur soudano-sahélien.

Il arrive parfois (région de Sanga, de Nandoli, etc.) qu'à la suite du « dégagement d'un plan de stratification » la dalle gréseuse affleure, nue,

sur de vastes étendues; ce sont alors de véritables enclaves d'allure sub-désertique où la végétation, buissonnante ou herbacée, est condensée en de minuscules îlots à *Euphorbia sudanica*, *Alœ barteri*, *Sarcostemma viminale*, *Loudetia togœnsis*, *Cyanotis rubescens*, etc.

Les buttes gréseuses, souvent dépourvues de cuirasse et, partant, en voie de démolition avancée (Bandiagara, Sanga) montrent, elles aussi, une végétation typiquement soudanienne, saxicole, à *Ficus lecardii*, *F. kerstingii*, *Gyrocarpus americanus*, *Lannea microcarpa*, *Bombax costatum*, *Boscia angustifolia*, etc.; les crevasses, couloirs rocheux ou ravins sont souvent colmatés par un cortège de ligneux, buissonnants ou lianescents : *Diospyros mespiliformis*, *Saba senegalensis*, *Hippocratea parvifolia*, etc.; à même la dalle, à la faveur de la moindre fissure : *Hexalobus monopetalus*, *Combretum micranthum*, *Feretia canthioides*, *Tephrosia mossiensis*, *Guiera senegalensis*, *Euphorbia sudanica*, *Monechma ndellense*, *Hibiscus longisepalus*, *Tephrosia bracteolata*, etc., et, posées en guirlande sur ces buissons, les tiges crassulescentes et articulées du *Cissus quadrangularis*.

Le tapis végétal de ces collines a été, dans nombre de cas, modifié par l'Homme qui, en raison de la rareté des terres, a étendu ses cultures à ces buttes de prime abord incultivables; particulièrement spectaculaires sont les cultures en terre rapportée, véritables jardinets artificiels (Oignons, Piments, Aubergines, etc.) créés de toutes pièces à même la dalle. La présence de l'Homme a aussi favorisé l'éclosion, aux abords de ces lieux, d'un cortège d'espèces à affinités rudérales : *Leucas martinicensis*, *Polycarpæa corymbosa*, *Borreria stachydea*, *Physalis angulata*, *Acanthospermum hispidum*, *Dactyloctenium ægyptium*, *Cardiospermum halicababum*, *Cassia occidentalis*, *Achyranthes aspera*, *Amaranthus græcizans*, *Hibiscus micranthus*, etc.

Les couloirs rocheux qui entament la « Falaise » et qui permettent de se rendre de la plaine du Séno au plateau ou inversement (passages de Sanga-Iréli ou Sanga-Banani), comportent sur les parois, les rebords, dans les fissures, une végétation ouverte à *Euphorbia sudanica*, *Lannea microcarpa*, *Combretum lecardii*, *Boscia angustifolia*, *Tephrosia mossiensis*, *Ficus lecardii*, *F. Kerstingii*, *Cissus quadrangularis*, etc.; des herbacées (Graminées, etc.) desséchées à cette époque de l'année (octobre) forment des traînées jalonnant les inégalités du substrat.

Le long du thalweg, dans un microclimat frais et humide, s'installent d'importants îlots de verdure à base de *Combretum micranthum*, *Stereospermum kunthianum* à feuilles glabres, *Lannea acida*, *Hexalobus monopetalus*, *Acacia sieberiana*, *Gloriosa simplex*, *Cissus populnea*, *Saba senegalensis*, *Acacia ataxacantha*, etc.

Dans des secteurs plus encaissés encore et partant plus humides, on a des groupements à base de *Diospyros mespiliformis*, *Cola cordifolia*, *Spondias monbin*, *Celtis integrifolia*, *Malacantha alnifolia*, *Pachystela pobeguinii*, etc.; dans les abris sous roche aux parois humides : *Begonia*

rostrata, *Fleurya æstuans*, *Ceratopteris cornuta*, *Selaginella*, sp., etc.; l'eau agitée des cascades coule sur un tapis de Podostémonacées; les cuvettes ou marmites à eau stagnante sont peuplées de *Eichhornia natans*, *Naias graminas*, *Pistia stratiotes*, Algues, etc.

Le tapis végétal de la fraction occidentale du plateau de Bandiagara, profondément marqué par l'influence humaine, présente un caractère typiquement nord-soudanien; dans les stations rocheuses cependant, on remarque de nombreux biotopes de refuge où a survécu une végétation résiduelle à affinités méridionales.

EMBRYOLOGIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Légumineuses. Développement de l'embryon chez le* Pocockia cretica *Ser.* Note de Mlle **Marie-José Goursat**, présentée par M. René Souèges.

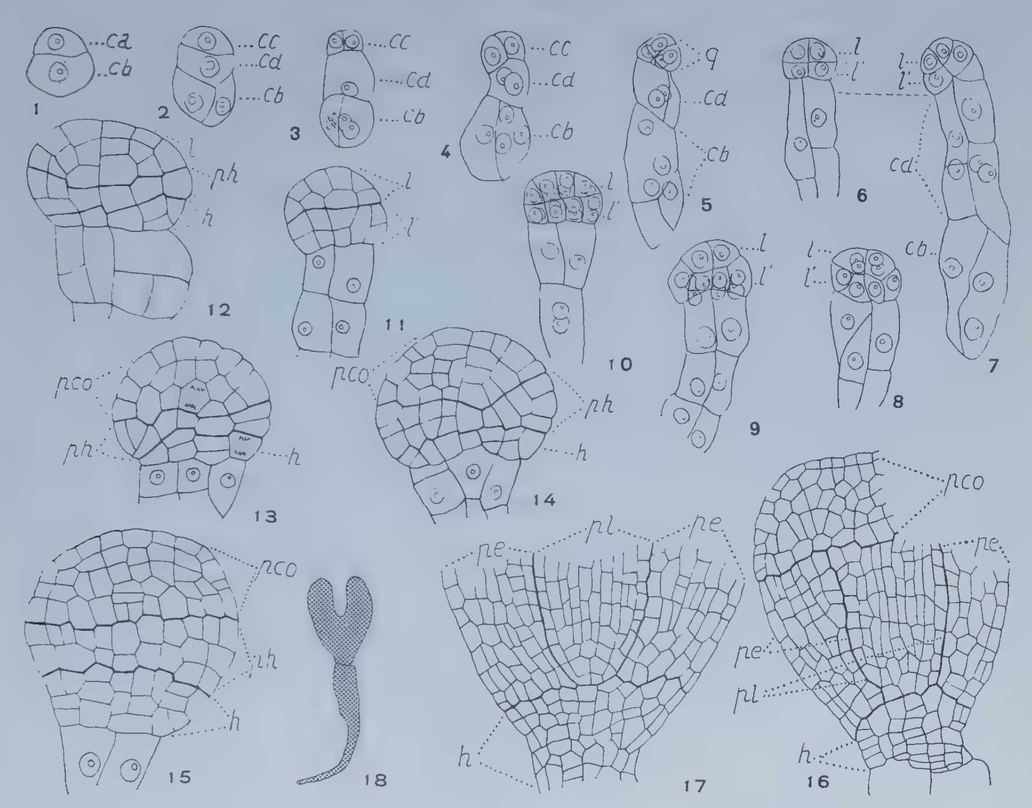
Le *Pocockia cretica* Ser., bien que ressemblant aux *Trigonella* auxquels on le rattache le plus généralement, possède des caractères embryogéniques qui le rapprocheraient des *Melilotus*. Il paraît donc souhaitable d'en faire de nouveau un genre différent.

L'embryogénie des Papilionatées Trifoliées nous est déjà bien connue. En effet, sur les six genres qu'elles comptent [1], cinq ont fait l'objet d'une étude embryogénique. Mais, parmi les *Trigonella* qui comportent deux sections, seule la section des *Eutrigonella* a été explorée, par l'étude d'espèces appartenant à deux sous-sections différentes : *Trigonella cœrulea* Ser. [2] (Capitatées) et *Trigonella Fœnum-græcum* L. [3] (Gladiatées). C'est pourquoi nous nous sommes attachée à l'étude d'une espèce de la deuxième section, le *Pocockia cretica* Ser. (*Trigonella cretica* Boiss.), étude qui nous a paru intéressante, d'autant plus que le rattachement des *Pocockia* aux *Trigonella* est relativement récent, les auteurs anciens en faisant le plus souvent un genre différent [4], [5]. Chez le *Pocockia cretica* Ser., le fruit, comme chez certains *Trigonella*, est plat, membraneux, veiné, contenant une ou deux graines [6].

Par division transversale de la cellule initiale, on obtient une cellule apicale *ca* et une cellule basale *cb* (*fig.* 1). La cellule basale se divise la première longitudinalement, puis la cellule apicale *ca* se divise transversalement. On obtient donc ainsi une tétrade *première* en C_1 (*fig.* 2). La cellule basale *cb*, ayant épuisé ses potentialités ne se divisera plus dès ce moment. La cellule *ca*, par contre, édifiera l'embryon *sensu stricto* et la presque totalité du suspenseur. Les deux cellules, filles de *ca*, *cc* et *cd*, se divisent longitudinalement, d'abord *cc*. Elles forment ainsi une tétrade *deuxième* en A_1 (*fig.* 3 et 4). La division de la cellule *cd* est à l'origine de suspenseur allongé. La cellule *cc* pendant ce temps produit les quadrants (*fig.* 5), puis les octants (*fig.* 6 et 7). Dès le stade des octants, on peut différencier deux étages *l* et *l'* dont l'importance sera relativement égale (*fig.* 8 à 12). L'étage *l* donne la partie cotylée, pendant que l'étage inférieur se divise en deux zones, l'une donnant la partie hypocotylée *ph*, l'autre, un massif hypophysaire, *h*, qui va contribuer à la formation de l'écorce radiculaire et de la coiffe.

On voit donc que l'embryon proprement dit se développe uniquement aux dépens de *cc*, fille de *ca*, alors que, chez les *Eutrigonella* précédemment étudiés, il ne se développe qu'à partir de *ce*, petite-fille de *ca* [2] et [3]. Il existe donc entre les *Eutrigonella* et les *Pocockia* la différence d'une génération, tout en appartenant au même mégarchétype VI, et à condition, bien entendu, que les *Pocockia* forment un groupe homogène.

Il nous a paru intéressant de rechercher à quel groupe embryogénique appartenaient les cinq Papilionatées Trifoliées déjà connues. Si l'on excepte les *Trifolium* qui prennent place à part entrant dans le deuxième groupe de la classification, on trouve les *Ononis*, *Medicago* et *Melilotus* qui appartiennent au neuvième groupe, toujours sous la dépendance du mégar-



Pocockia cretica Ser. — Fig. 1 à 18 : *ca*, cellule apicale; *cb*, cellule basale; *cc* et *cd*, filles de *ca*; *q*, quadrants; *l*, octant supérieur et les cellules qui en découlent, engendrant la partie cotylée *pco*; *l'*, octant inférieur et les cellules qui en découlent, engendrant *ph*, partie hypocotylée et *h*, massif hypophysaire; *pl*, plérome; *pe*, périblème. En 6 et 7, deux coupes voisines d'un même proembryon. En 18, schéma de l'embryon représenté en 17. G × 365 pour les figures 1 à 15; × 210 pour les figures 16 et 17; × 30 pour la figure 18.

chétype VI. L'*Ononis repens* L. [7] et l'*O. alopecuroides* L. [8] ont une tétrade *première* en C_2 et une tétrade *seconde* en A_1. Chez le *Medicago Lupulina* L. la tétrade *première* est en C_2 et la tétrade *seconde* en A_2 [9]. Chez le *Melilotus arvensis* Wallr. [10], la tétrade *première* est en C_1 et la tétrade *seconde* en A_1; ce qui permet de dire que le *Pocockia cretica* Ser. est plus proche des *Melilotus* que des *Trigonella*. Mais il serait aussi possible de rapprocher le *Pocockia cretica* des *Medicago*, si, dans ce dernier cas, la cellule basale, au lieu de rester indivise, se segmentait longitudinalement.

Le *Pocockia cretica*, proche par ses caractères anatomiques des *Trigonella* alors qu'il s'éloigne des *Medicago* et des *Melilotus*, est embryologiquement

plus proche de ces derniers que des *Eutrigonella*. Il nous paraîtrait donc souhaitable de faire de nouveau des *Pocockia* un genre qui prendrait place après le genre *Trigonella* et avant les genres *Medicago* et *Melilotus*. On pourrait aussi admettre que la position adoptée par R. Desfontaines était correcte quand il les faisait entrer dans les *Melilotus* [11]. Il n'en reste pas moins que si l'on excepte le genre *Trifolium*, les Papilionatées Trifoliées se rattachent au mégarchétype VI, à deux groupes qui se superposent exactement dans les 2e et 3e périodes, les neuvième et dix-septième groupes [12].

(1) P. TAUBERT, *Die natürlichen Pflantzenfamilien*, Leipzig, 1894, III, 3, p. 243.
(2) P. CRÉTÉ, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 740.
(3) A. RAU, *J. Indian Bot. Soc.*, 29, 1950, p. 210.
(4) DE CANDOLLE, *Prodromus regni vegetabilis*, Paris, 1825, II, p. 185.
(5) WALPERS, *Repertorium Botanices Systematicæ*, Leipzig, 2, 1843, p. 850.
(6) BENTHAM et HOOKER, *Genera plantarum*, Londres, 1862-1867, I, p. 486.
(7) R. SOUÈGES, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 617.
(8) R. SOUÈGES, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 761.
(9) R. SOUÈGES, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1062 et 1206.
(10) R. SOUÈGES, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 1361.
(11) R. DESFONTAINES, *Flora atlantica sive historia plantarum*, 2, 1798-1800, p. 192.
(12) R. SOUÈGES, *La Cinématique de la vie*, Flammarion, s. d., Paris, p. 64.

(*Laboratoire de Botanique générale de la Faculté de Pharmacie de Paris.*)

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude du métabolisme de la proline chez le Topinambour*. Note de M. **Henri Duranton** et Mlle **Monique Maille**, présentée par M. Raoul Combes.

Le métabolisme de la proline a été étudié à l'aide de jeunes plantules provenant de la culture *in vitro* de bourgeons prélevés sur des rhizomes de Topinambour. Les résultats obtenus indiquent une rapide transformation de cet acide aminé en divers constituants du tissu végétal, contrairement à ce qui a été observé avec des cultures de tissus indifférenciés.

L'étude du métabolisme de l'arginine dans les tissus du Topinambour cultivés *in vitro* montre une transformation en proline de cet acide aminé après 6 jours de culture [1]. La proline ainsi formée s'accumule à l'état libre dans les tissus. Une telle dégradation de l'arginine s'observe également dans les tubercules de Topinambour cultivés en plein champ. Cependant, dans ce dernier cas, aucune accumulation de proline libre dans le rhizome ne peut être mise en évidence. Nous avons pensé que cette différence résidait dans l'absence d'organisation des tissus cultivés *in vitro*. Nous nous sommes alors efforcés de reproduire ce qu'on observe dans la nature dans des conditions contrôlées.

En prélevant sur des rhizomes de Topinambour des « yeux » et en les transplantant aseptiquement sur des milieux nutritifs, on obtient le développement de ces organes en jeunes plantules (*fig.* 1). Ce dévelop-



A. Jeune plantule s'étant développée
à partir d'un bourgeon prélevé sur un rhizome de Topinambour.
1, fragment de rhizome; 3, racines.
B. Bouture effectuée à partir d'une jeune plantule du type A.
2, milieu nutritif gélosé;
4, zone correspondant à la section opérée sur la tige au moment du bouturage.

pement s'observe aisément en soumettant les explantats à une photopériode de 12 h alors qu'il est très ralenti à l'obscurité totale. Les plantules avec ou sans chlorophylle ainsi obtenues, attachées à leur fragment de rhizome ou après bouturage *in vitro*, constituent le matériel végétal auquel nous avons fourni d'une manière aseptique de la proline ^{14}C.

Les plantules sont mises en culture pendant 8 jours sur un milieu nutritif renfermant de la proline uniformément marquée au radiocarbone, dans une salle à 25°C, munie d'un éclairage photopériodique de 12 h. Elles sont ensuite prélevées, séparées de leurs racines ou de leur fragment de rhizome, puis broyées dans l'eau à 4°C. Par centrifugation on obtient un surnageant et un culot. Le culot est traité à l'acétone à 80 %, afin d'extraire les pigments, puis hydrolysé à l'acide chlorhydrique 6 N en vue de l'analyse des acides aminés protidiques. Au surnageant on ajoute 4 vol d'alcool à 96°. Les protéines solubilisées dans cette fraction précipitent. Elles sont recueillies et hydrolysées. Enfin, à l'aide d'échangeurs d'ions, « Permutite 50 » et « Dowex 2 », on extrait et purifie les acides aminés libres, les sucres et les acides organiques des tissus, présents dans le surnageant déprotéiné. La radioactivité de ces différentes fractions est déterminée et leur composition analysée à l'aide de la chromatographie sur papier suivie d'autoradiographie. Le tableau II nous donne la répartition de la radioactivité dans notre matériel.

TABLEAU II.

Pourcentage de la radioactivité retrouvée dans différents extraits provenant de jeunes plantules cultivées in vitro *en présence de proline* ^{14}C.

	Plantule s'étant initialement développée à l'obscurité (%).	Plantule s'étant toujours développée avec une photopériode de 12 h (%).
Extrait acétonique	2	3,5
Hydrolysat du culot de centrifugation	54	37,5
Hydrolysat des protéines précipitées à l'alcool	0,8	3,5
Acides aminés libres	22	16,5
Sucres	10,2	28,5
Acides organiques	11	10,5

Ce tableau montre que la radioactivité fournie aux jeunes plantules sous forme de proline ^{14}C se retrouve rapidement dans diverses molécules des feuilles et tiges du végétal, ce qui indique un métabolisme actif de cet aminoacide. Il est en particulier transformé en sucres et acides organiques. Le métabolisme actif de la proline chez les plantules de Topinambour est bien mis en évidence dans des expériences de courte durée ainsi conçues. Une jeune pousse de Topinambour prélevée en plein champ est plongée, par sa tige coupée, dans une solution de proline ^{14}C. Après 5 mn de contact

la solution est éliminée et remplacée par de l'eau distillée. Notre matériel végétal est fixé après 6 h et subit alors les extractions précédemment décrites. La radioactivité retrouvée dans les différentes fractions se répartit comme l'indique le tableau III.

TABLEAU III.

Répartition de la radioactivité dans une jeune pousse de Topinambour ayant absorbé de la proline ^{14}C par sa tige coupée.

Extrait acétonique	0,7
Hydrolysat du culot de centrifugation	37
Hydrolysat des protéines précipitées à l'alcool	8,3
Acides aminés libres	45
Sucres	5
Acides organiques	4

Par chromatographie et autoradiographie on constate que dans les protéines 80 % de la radioactivité est représentée par de la proline. L'acide glutamique est également très marqué tandis que l'acide aspartique, l'alanine, l'hydroxyproline le sont peu. Les acides aminés libres radioactifs comprennent, outre la proline absorbée mais non encore métabolisée, de l'acide glutamique, de l'asparagine, et de la glutamine, de l'acide aspartique, de l'alanine et, en faible proportion, de la sérine, de la glycine, de l'arginine et de l'hydroxyproline. Ce dernier aminoacide est absent dans le cas de l'expérience de courte durée. Enfin, on trouve du glucose, du fructose, du saccharose, les acides malique, citrique, fumarique, succinique et malonique radioactifs. L'expérimentation qui vient d'être décrite met l'accent sur le sort différent que subit la proline selon qu'elle est absorbée par des tissus inorganisés, ceux du parenchyme vasculaire de Topinambour cultivés *in vitro*, ou par des tissus différenciés représentés par nos jeunes plantules. Dans le premier cas, la molécule est absorbée et s'accumule à l'état libre dans les tissus sans subir aucune transformation. Au contraire, dans la plante entière, elle participe au métabolisme général. On peut dire que la technique de culture de tissus permet, en partie, l'investigation des potentialités biochimiques de la cellule alors que la culture d'organes doit faciliter l'étude des transformations que subit une molécule chez le végétal.

(1) H. DURANTON, *Thèse*, Paris, 1959.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Application de la chromatographie en phase gazeuse à l'étude des acides gras des Rhodophycées.* Note de Mme **Marie-Hélène Laur**, présentée par M. Raoul Combes.

L'analyse des esters méthyliques des acides gras de cinq Floridées, par chromatographie en phase gazeuse, met en évidence des différences assez grandes. Celles-ci doivent certes, être attribuées, aux différents habitats — eau douce, eau de mer — mais surtout à l'état physiologique des algues étudiées.

Lovern [1] et Milner [2] ont été les premiers à montrer chez les Phéophycées marines et les Chlorophycées, la présence d'acides gras en C_{16} et C_{18} très fortement insaturés. Plus récemment, Paschke et Wheeler [3] utilisant comme méthode d'analyse la spectrophotométrie ultraviolette donnent de *Chlorella pyrenoidosa* une composition des acides gras aussi précise que possible. Enfin Schlenk et coll. [4] confirment, pour cette même algue unicellulaire, les résultats de Paschke et Wheeler tout en étudiant la substance lipidique par les trois méthodes modernes, à savoir : chromatographie en phase gazeuse, chromatographie sur papier, spectrophotométrie ultraviolette.

De plus, Lovern [1] indique qu'il existe des acides gras en C_{16}, C_{18}, C_{20} et C_{22} polyinsaturés chez une Rhodophycée marine : *Rhodymenia palmata*, une diatomée : *Nitzschia closternium* et une phanérogame aquatique : *Elodea canadensis* [5]. Certains auteurs [6] voient même dans le phytoplancton la source principale des acides gras essentiels, formant par ailleurs une part considérable des huiles de poissons : ces animaux, étant pense-t-on, incapables de les synthétiser eux-mêmes.

Ayant montré [7] que même chez une Rhodophycée d'eau douce *Lemanea Nodosa* (Némalionale) on trouvait des acides gras polyinsaturés à longue chaîne, il nous a paru intéressant de connaître, au moyen de la chromatographie en phase gazeuse, la composition plus précise des huiles de différentes Rhodophycées.

Les acides gras, obtenus par saponification, sont méthylés en présence d'acide para-toluène sulfonique et soumis à la chromatographie, d'une part, sur colonne dont la phase stationnaire polaire est constituée par du succinate de diéthylène glycol (D. E. G. S.) et, d'autre part, sur colonne dont la phase stationnaire non polaire, constituée par de l'apiezon, présente l'avantage d'inverser l'ordre de sortie des composés insaturés par rapport aux composés saturés.

Les résultats obtenus pour deux Rhodophycées d'eau douce; *Sacheria fucina* et *Lemanea Nodosa* (Némalionales) et pour trois Rhodophycées marines : *Rhodymenia palmata* (Rhodyméniales), *Furcellaria fastigiata* (Gigartinales) et *Polysiphonia elongata* (Céramiales) sont consignés dans le tableau I.

TABLEAU I.

Esters méthyliques des acides gras (en % du total).

Esters méthyliques [des] acides gras.	*Sacheria fucina* (Némalionales). Algues d'eau douce. D.E.G.S. (210°).	Apiezon (225°).	*Lemanea nodosa* (Némalionales). Algues d'eau douce. D.E.G.S. (213).	Apiezon (250°).	*Rhodymenia palmata* (Rhodyméniales). Algues marines. D.E.G.S. (207°).	Apiezon (254°).	*Furcellaria fastigiata* (Gigartinales). Algues marines. D.E.G.S. (195°).	Apiezon (226°).	*Polysiphonia elongata* (Céramiales). Algues marines. D.E.G.S. (213°).
....	–	2,5	–	–	–	–	–	–	–
....	1,2	2,7	1,3	0,75	0,5	–	1,7	1,7	0,7
....	5,0	4,4	0,4	0,5	0,1	–	2,3	2,3	0,7
....	10,7	–	6,4	–	–	–	5,7	–	3,3
....	1,8	–	1,5	–	–	–	2,7	–	0,7
totaux	12,5	10,6	7,9	7,2	10,7	13,8	8,4	5,0	4,0
....	23,2	–	42,9	–	28,3	–	40,7	45,4	47,5
....	13,3	–	7,5	–	3,2	–	15,3	11,25	10,0
2 et 3.......	8,6	–	1,2	–	–	–	1,1		
totaux	45,1	43,2	51,6	57	31,5	31,8	57,1	56,7	57,5
....	15,2	–	0,8	–	1,5	8,0	3,3	3,5	1,7
....	5,4	–	8,3	–	5,6	9,0	11,5	16,9	5,3
2...........	2,5	–	3,6	-	1,4	–	0,8	0,7	2,0
3...........	1,4	–							
totaux	24,5	23,2	12,7	12,6	8,5	17,0	15,6	21,1	9,0
polyinsaturés totaux (2 à 5).	13,7	13,5	26,7	21,6	48,7	37,1	15,7	14	28,4

TABLEAU II.

Esters méthyliques des acides gras (en % du total).

Esters [mét]hyliques (*) [des] acides gras.	*Lemanea nodosa.* — D.E.G.S. (225°).	Apiezon (262°).	*Lemanea nodosa.* Hydrogénés. D.E.G.S. (225°).	Apiezon (262°).	*Rhodymenia palmata.* — D.E.G.S. (225°).	Apiezon (262°).	*Rhodymenia palmata.* Hydrogénés. D.E.G.S. (225°).	Apiezon (262°).
$_{14}$ totaux	6,3	5,6	5,1	4,9	10,6	11,0	9	10,3
$_{16}$ »	57,4	56	50,8	52,1	37,6	32	32,4	32,4
$_{18}$ »	10,5	9,8	10,9	10,9	6,6	10	8,6	8,8
$_{20}$ »	25,8	28,7	33,4	31,9	45,7	47,5	50,0	48,5
$_{22}$...........	–	–	–	Traces	–	–	–	Traces

) Ces esters ont subi préalablement une « microsublimation » dans l'appareil de Koehler et Hill, ce qui explique la dispa-
n des acides gras inférieurs à C_{14}.

On peut noter comme certaine la présence des acides suivants : C_{10} ou caprique, C_{12} laurique, C_{14} myristique et son homologue myristoléique, C_{16} palmitique (prédominant), C_{16} palmitoléique et C_{16} polyinsaturés, C_{18} stéarique, oléique plus important que les autres : linoléique, linolénique. Le groupe des acides en C_{20} est confirmé par l'analyse sur colonne

d'apiezon et aussi par l'analyse après hydrogénation en présence d'un catalyseur de palladium sur alumine. Ces derniers résultats sont rapportés dans le tableau II. Enfin, une élévation de la température (261°) et du volume d'introduction favorise l'apparition d'acides en C_{22}, mais en faible quantité.

Si l'on peut attribuer à l'habitat la cause des différences de teneur en acides C_{20} polyinsaturés des algues étudiées, on ne peut pas négliger de noter aussi quelques différences pour les deux Némalionales d'eau douce. Ce fait nous amène donc à introduire les autres facteurs physiologiques : tels que la croissance, conditionnée, comme le développement des organes reproducteurs, par la profondeur d'immersion et la température de l'eau. En avril, période de récolte des deux algues d'eau douce il y a seulement de très petits gonimoblastes dans les filaments; en février, date de celle de Rhodyménia, les tétraspores étaient bien formées.

Il importe donc, pour tenter d'expliquer ces faits, d'étudier, de préférence par la même méthode d'analyse, les variations non seulement pondérales, ce qui a déjà été tenté [8], mais qualitatives de tous les acides gras au cours du cycle biologique de ces plantes.

(1) J. A. LOVERN, *Biochem. J.*, 30, 1936, p. 387-390.
(2) H. W. MILNER, *J. Biol. Chem.*, 176, 1948, p. 813-817.
(3) R. F. PASCHKE et D. H. WHEELER, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 31, 1954, p. 81-85.
(4) H. SCHLENK et coll., *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 37, 1960, p. 547-551.
(5) G. E. FOGG, *The Metabolism of Algae*, Methuen and Co Ltd, Londres, 1953, p. 107.
(6) P. B. KELLY et coll. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 36, 1959, p. 104-106.
(7) M.-H. LAUR-HENRY, *Bull. Soc. Fr. Physiol. Végét.*, 5, 1959, p. 189.
(8) M.-H. LAUR-HENRY, *Comptes rendus*, 249, 1959, p. 453.

(*Laboratoire de Lipochimie,*
C. N. R. S., Bellevue
et *Laboratoire de Physiologie végétale, Sorbonne.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Isolement et identification du sulfate de p-crésol dans l'urine humaine.* Note de Mmes **Odette Crépy**, **Odette Judas** et M. **Max F. Jayle**, présentée par M. Léon Binet.

Après extraction des urines par le butanol et fractionnement par chromatographie sur alumine et sur silice, il a été isolé un sulfate organique identifié au sulfate de *p*-crésol préparé par synthèse.

Au cours de recherches sur la sulfoconjugaison des 3β-hydroxystéroïdes, nous avons analysé les composants de la fraction estersulfate obtenue à partir d'urines de femmes enceintes et séparée des glucuronides par chromatographie sur alumine selon notre méthode [1].

Par chromatographie de partage sur célite, utilisant un mélange d'hexane et de butanol comme phase mobile et de la soude N/100 comme phase stationnaire, nous avons séparé trois groupes d'estersulfates, de polarités différentes. Leur taux a été déterminé, à toutes les étapes de cette technique, par la méthode de Vlitos, selon notre microdosage [2].

La fraction la plus polaire représente environ 80 % de l'ensemble. Elle est formée, en majeure partie, d'un sulfate organique que nous avons isolé à l'état cristallin, dont nous avons étudié les propriétés et que nous avons finalement identifié au sulfate de *p*-crésol et de sodium.

1. Préparation de l'estersulfate a l'état cristallin. — Après évaporation à sec de l'éluat correspondant à la fraction la plus polaire, le résidu est dissous à 45° dans un volume minimal d'éthanol absolu et laissé 24 h à 0°. Le précipité obtenu est séparé à froid et redissous dans l'éthanol. Dans certains cas, il existe un insoluble qui est éliminé. La solution est concentrée et les cristaux de sulfate se déposent à froid. Ils sont redissous et cristallisés à nouveau dans les mêmes conditions.

2. Étude des cristaux obtenus. — Leur point de fusion est mal défini. Les cristaux transparents, en longues aiguilles plates, se ternissent vers 115° et se décomposent vers 180° sans présenter une fusion nette.

La microanalyse élémentaire de trois préparations différentes donne (%) : C 37,02, 36,62, 36,90; H 3,94, 3,81, 3,61; Na 10,0; SO_3 36,0, 35,7, 35.8 [microdosage néphélométrique [3]].

Le poids moléculaire calculé d'après le dosage de SO_3 en supposant qu'il s'agit d'un monosulfate de sodium, est de 223 ± 5 %.

En chromatographie sur papier, on obtient une tache ronde unique dont la migration, dans quatre systèmes différents est indiquée sur le tableau I.

En électrophorèse sur papier (tampon borate, pH 8,4, 65 V, 1 mA/cm) la migration est de 2,1 cm/h, celle du sulfate de cortisone témoin, 1,4 cm/h. Dans les deux procédés, les taches sont détectées par notre méthode au bleu de méthylène [4] ou par la méthode au rhodizonate de potassium [5].

TABLEAU I.

Systèmes chromatographiques.	Migration (cm/h).	R_t.	
Alcool isoamylique-hexane (4-1). NH_4OH conc.-eau distillée (2, 8-2, 2).........	0,66	R_t SO_4DHA R_t SO_4E	0,43 (*) 0,80 (**)
Butanol-hexane (3-1). Acide acétique-eau distillée (0, 7-3, 3).........	1,80	R_t SO_4E	0,80
Acétate de butyle-toluène-butanol (6-3-1). NH_4OH 4N-méthanol (5-5)...................	0,186	R_t SO_4E	0,94
Butanol-acétate d'éthyle (7,5-2,5). NH_4OH 4N (10)............................	2,80	–	–

(*) SO_4DHA, sulfate de déhydroépiandrostérone.
(**) SO_4E, sulfate de cortisone.

Le spectre dans l'ultraviolet, en milieu éthanol absolu, présente une bande d'absorption entre 260 et 280 mμ, avec deux petits sommets à 268 et 270 mμ.

Le spectre dans l'infrarouge est, entre 3100 et 750 cm^{-1}, identique pour les trois préparations cristallines obtenues. Les bandes principales sont situées à 3 075, 3 015, 1610, 1500, 1290, 1260, 1165, 1100, 1060, 1015, 865, 830 et 790 cm^{-1}.

Hydrolyse du sulfate et propriétés de la substance libérée. — L'hydrolyse par 1000 u. Fishman/ml de sulfatase purifiée provenant du suc d'*Helix pomatia* est totale après 15 h à 38° et à pH 4,6.

La substance libérée est extraite par l'éther. Celui-ci est séché sur sulfate de sodium anhydre et distillé sous pression atmosphérique.

Le résidu obtenu après évaporation de l'éther est volatil, et entraînable par la vapeur d'eau. Sa courbe d'absorption dans l'éthanol présente deux maxima à 223 et 280 mμ, caractéristiques de la fonction phénol. Dans l'acide sulfurique concentré, il présente, comme son sulfate, un maximum à 300 mμ.

Ce composé donne sur papier une réaction très positive avec le ferricyanure ferrique, caractéristique des phénols. Après solvolyse sur papier du sulfate par le dioxane en présence de HCl, la réaction est également positive.

L'ensemble de ces résultats, nous a amenés à supposer qu'il s'agissait d'un monosulfate de phénol possédant un groupe méthyle ([6]).

Les courbes d'absorption dans l'éthanol et l'acide sulfurique concentré, des ortho-, méta- et paracrésols, nous ont permis d'écarter les deux premiers, dont les spectres présentaient des maxima à des longueurs d'onde différentes de notre composé.

Par contre, les spectres du *p*-crésol se sont révélés parfaitement identiques à ceux de notre composé libéré après hydrolyse; c'est pourquoi

nous avons réalisé la synthèse du sulfate de crésol et de sodium afin de le comparer au sulfate obtenu dans l'urine.

Synthèse du sulfate de p-crésol et de sodium. Étude de ses propriétés. — La synthèse de ce sulfate a été obtenue par action du complexe SO_3-pyridinium en milieu pyridine, selon la méthode de Sobel [7].

Le sel de pyridine a été transformé en sel de sodium et purifié par cristallisations répétées dans l'éthanol.

Le produit obtenu présente toutes les caractéristiques du sulfate que nous avons isolé de l'urine : même aspect cristallin en aiguilles plates, même comportement lors de la mesure du point de fusion, même migration électrophorétique et même R_f dans les systèmes de chromatographie sur papier étudiés. Les pourcentages théoriques de C, H, Na, SO_3, sont les suivants : C 36,84; H 3,94; Na 10,08; SO_3 35,08 (le sulfate de crésol obtenu cristallisant avec une molécule d'eau). Son poids moléculaire est de 228.

Ces valeurs concordent avec celles que nous avons trouvées pour sulfate urinaire.

Les spectres dans l'ultraviolet en milieu éthanol et acide sulfurique concentré sont identiques et les spectres dans l'infrarouge sont rigoureusement superposables.

Nous en avons conclu que le corps isolé était bien le monosulfate de *p*-crésol.

(1) O. Crépy, M. F. Jayle et F. Meslin, *Acta Endocrinol.*, 24, 1957, p. 233.
(2) O. Crépy et F. Rulleau-Meslin, *Rev. Fr. Ét. Clin. Biol.*, 5, 1960, p. 283.
(3) O. Crépy, G. Garrone et M. F. Jayle, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 34, 1952, p. 1183.
(4) O. Crépy et O. Judas, *Rev. Fr. Ét. Clin. Biol.*, 5, 1960, p. 284.
(5) J. J. Schneider et M. L. Lewbart, *J. Biol. Chem.*, 222, 1956, p. 787.
(6) La présence d'un groupe C—CH_3 a été vérifiée dans le laboratoire du Docteur A. Bernhart, à Mulheim, mais le dosage a été faussé par un incident technique.
(7) A. E. Sobel et P. E. Spoerri, *J. Amer. Chem. Soc.*, 63, 1941, p. 1259.

La séance est levée à 15 h 25 m.

L. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUIN 1961.

(*Suite et fin.*)

Anniversaries in 1961 of Interest to Physicists, by E. SCOTT BARR. Reprinted from *American Journal of Physics*, Vol. 29, n° 4, 1961; 1 fasc. 26,5 cm.

Le magnésium et la vie, par DIDIER BERTRAND, in *Le Progrès médical*, n° 10. Paris, 1961; 1 fasc. 27 cm.

La répartition des fonds sous-marins dans la Manche occidentale, par GILBERT BOILLOT. Extrait des *Cahiers de biologie marine*, Tome II, 1961; 1 fasc. 25,5 cm (présenté par M. JACQUES BOURCART).

Office national d'études et de recherches aéronautiques. n° 71, 1954 : *Les fonctions et intégrales elliptiques à module réel en mécanique des fluides*, par ROBERT LEGENDRE; n° 91, 1958 : *Fonctions thêtaelliptiques et dzêtaelliptiques. Application au calcul de l'écoulement autour de l'aile conique*, par ROBERT LEGENDRE; n° 100, 1961 : *Fonctions algébriques et fonctions abéliennes*, par ROBERT LEGENDRE; 3 fasc. 27 cm (présenté par M. Maurice Roy).

Grandi primati italiani, de GUSTAVO COLONNETTI. Torino, 1961; 1 vol. 29,5 cm.

Léonard de Vinci. Dessins anatomiques (*Anatomie artistique, descriptive et fonctionnelle*). Choix et présentation par PIERRE HUARD. Préface par ANDRÉ PECKER. Paris, Éditions Roger Dacosta, 1961; 1 vol. 28 cm.

Extraits de *Rendiconti dell'Accademia nazionale dei* XL. Serie IV, vol. XII (84° dalla fondazione) : *Celebrazione del primo centenario della legge degli atomi di Stanislao Cannizzaro organizzata dall'Accademia nazionale dei* XL *e dalla Societa', chimica italiana*. Roma, 14 diécembre 1960.

L'Accademia nazionale dei Quaranto, par DOMENICO MAROTTA. Roma, Accademia nazionale dei XL, 1961; 2 fasc. 27,5 cm.

Académie des sciences du Kazakstan. Bibliothèque scientifique centrale. *Bibliografija izdanii Akademii nauk Kazakhskoi* S. S. R. 1932-1959 (Bibliographie des publications de l'Académie des sciences du Kazakstan 1932-1959), Alma-Ata, 1960; 1 vol. 27 cm.